

DAS PÄDAGOGISCHE POTENTIAL EINES PRAKTISCH-EXPERIMENTELL ORIENTIERTEN CHEMIEUNTERRICHTES

Johannes Jaklin

HTBL Pinkafeld

Pinkafeld, 2003

INHALTSVERZEICHNIS

ABSTRACT	4
1 PROJEKTMOTIVATION	5
2 THEMENSTELLUNG UND ZIELE	6
2.1 Forschungsfrage und Leitlinien	6
2.2 Ziele.....	7
3 PROJEKTVERLAUF UND DATEN.....	9
3.1 Konzept	9
3.2 Projektverlauf	10
3.2.1 Unterrichtsräume	10
3.2.2 Lehrinhalte und Methodenauswahl.....	11
3.2.3 Experimentelle Unterrichtseinheiten	12
3.3 SchülerInnenbefragung und -interviews	14
4 ERGEBNISSE.....	15
4.1 Arbeitsblätter – Assimilationsschemata	15
4.2 SchülerInnensichtweisen	19
5 REFLEXION.....	25
6 LITERATUR	28
7 ANHANG 1.....	29

8	ANHANG 2.....	72
----------	----------------------	-----------

ABSTRACT

Das Ziel des Chemieunterrichtes einer Klasse der HTBL Pinkafeld war es, mithilfe von SchülerInnenexperimenten Schlüsselqualifikationen zu entwickeln und die SchülerInnenpersönlichkeit zu fördern. Für die Erstellung dieser Experimente wurden inhaltsunabhängige Strategien des Wissenserwerbs und der -anwendung (Assimilationsschemata) angewendet. Zur Evaluation wurden SchülerInnenarbeiten, Fragebögen und Interviews herangezogen. Dieser Unterricht war in der Lage, Schlüsselqualifikationen, wie die Bereitschaft zur Teamarbeit, Verbesserung der Kommunikationsfähigkeit und Selbstständigkeit und Förderung der Kreativität, bei den SchülerInnen zu entwickeln, zu schulen und zu trainieren; damit wurde ein Beitrag geleistet, dem Erziehungsziel der Persönlichkeitsförderung der SchülerInnen näher zu kommen.

1 PROJEKTMOTIVATION

Für uns Chemielehrerinnen und Chemielehrer ist die Chemie das wunderbarste und faszinierendste Fach. In welchem anderen Fach kann in so wunderbarer Weise der Aufbau und die Ordnung unserer Welt beschrieben und erfahren werden – noch dazu in besonders anschaulicher Weise mit einer Reihe von „sinnlichen“ Erfahrungen. Leider hat die Chemie einen sehr geringen Stellenwert innerhalb des Fächerkanons – ich spreche vor allem von HTBLs – und die Akzeptanz von Chemie bei den SchülerInnen ist oft sehr gering.

Die Situation des Chemieunterrichtes hat sich bedauerlicherweise in den letzten einhundert Jahren nicht wesentlich verbessert. Dies zeigt ein Zitat von Karl Heumann (1850 – 1893), der in seinem 1876 erschienen Werk „Anleitungen zum Experimentieren ...“ die Situation des Chemieunterrichtes an weiterführenden Schulen in seiner Einleitung treffend charakterisiert:

„... hat der Lehrer der Chemie an Gymnasien und selbst an Realschulen noch die verschiedenartigsten Hindernisse zu überwinden, welche ihm ungenügende Dotation und unpassende Räumlichkeiten in den Weg legen. Denn sehr oft haben die Directoren oder vorgesetzte Behörden jener Anstalten selbst viel zu wenig Kenntniss des Wesens der Chemie, als daß sie die Unterstützung durch Experimente als conditio sine qua non für den Unterricht in dieser Wissenschaft zu begreifen im Stande wären.

... wenn den Knaben eine von den übrigen Lehrern so stiefmütterlich behandelte Wissenschaft an sich schon unwichtig erscheint, so wird sie ihnen noch durch die trockene Aufzählung einer großen Menge chemischer Thatsachen, ..., zum langweiligsten aller Unterrichtsgegenstände ...“ [1]

Die Kooperation mit IMST²-S1 führte in den letzten beiden Jahren zu einer Neuorientierung des Chemieunterrichtes an der HTBL Pinkafeld. Nach einer Bestandsaufnahme zur Situation des eigenen Chemieunterrichtes [2] wurde die Nachhaltigkeit in der Vermittlung chemischer Grundbildungsinhalte [3] untersucht. Die Projekte förderten das vernetzte Denken der SchülerInnen und führten in Summe zu einem offeneren und schülerInnengerechteren Unterricht.

Ausschlaggebend für das vorliegende Projekt war die Möglichkeit, während des laufenden Schuljahres 2002/03 für eine Klasse praktisch-experimentell orientierten Chemieunterricht anbieten zu können. Dies wurde durch ein weiteres Projekt des BMBWK – der Naturwissenschaftswerkstatt (NWW) – gefördert [4], indem Unterrichtseinheiten für die unbedingt notwendige Klassenteilung zur Verfügung gestellt wurden. Ging es im NWW-Projekt vor allem um die methodische Umsetzung eines praktisch-experimentell orientierten Chemieunterrichtes, so untersucht die vorliegende Arbeit **das pädagogische Potential dieses Chemieunterrichtes** im Hinblick auf überfachliche Fähigkeiten und Entwicklung der SchülerInnenpersönlichkeit.

2 THEMENSTELLUNG UND ZIELE

2.1 Forschungsfrage und Leitlinien

Als ChemielehrerInnen sind wir vor allem unseren SchülerInnen gegenüber verpflichtet, die Chemie mit ihren Inhalten, Methodiken und Systematiken zu vermitteln. Ein Chemieunterricht, bei dem der Erwerb einer chemischen Grundbildung ein zentrales Anliegen ist, kann bei seiner Planung und Durchführung durch inhaltliche und methodische Leitlinien unterstützt werden [5]. Ein sehr gutes Werkzeug besteht hier im **empirischen Arbeiten** (☞ *methodische Leitlinie: „erfahrungsgeleitet lernen“*) kombiniert mit dem Erziehungsziel der **Persönlichkeitsentwicklung und –förderung** unserer SchülerInnen. Gemeinsam stellen sie einen wesentlichen Teil des **pädagogischen Potentials des Chemieunterrichtes** [6] dar, und dieses soll mit der vorliegenden Arbeit näher untersucht werden. Die sicher wichtige Alltagsorientierung kann besonders gut im Fach Chemie wegen seiner hohen Sinnhaftigkeit mit einer **Menschorientierung** verbunden werden, da die materiellen Aspekte menschlichen Daseins besonders beleuchtet werden.

Somit steht uns ein Weg offen, über die chemischen Inhalte hinaus einen Beitrag zur Persönlichkeitsentwicklung unserer SchülerInnen zu leisten. Dem von den SchülerInnen selbst durchgeführten Experiment als Methode der naturwissenschaftlichen Welterschließung (☞ *inhaltliche Leitlinien: Weltverständnis und Wissenschaftsverständnis*) kommt dabei eine sehr hohe Bedeutung zu. Die als „**Schlüsselqualifikationen**“ bezeichneten Fähigkeiten wie **präzise Fragestellung, exaktes Beobachten, kritisches Analysieren und Deuten von Beobachtungen, Verdichtung von Daten, Einteilen und Ordnen, aber auch Ausprobieren und Kreativsein, Kritikfähigkeit, Mut zu eigenen Überlegungen, Teamfähigkeit** sollen dabei trainiert werden.

Aus den eben angestellten Überlegungen heraus resultiert für die konkrete Umsetzung im „Alltagsunterricht“ die nun folgende Forschungsfrage:

Wie muss ein praktisch-experimentell orientierter Chemieunterricht angelegt sein, dass er überfachliche Fähigkeiten der SchülerInnen entwickelt und fördert und dadurch einen Beitrag zur Persönlichkeitsentwicklung leistet?

2.2 Ziele

Konkret wurden zu dieser Forschungsfrage folgende Ziele formuliert:

Auf fachlicher Ebene:

- ⇒ Planen und Durchführen von Chemieunterricht, forschend und entdeckend, mit „begreifbaren“ Experimenten
(☞ *methodische Leitlinie: „erfahrungsgeleitet lernen“*)
- ⇒ Erreichen einer hohen „Nachhaltigkeit“ im Verstehen und Behalten der chemischen Inhalte sowie im Herstellen von Alltagsbezügen
(☞ *inhaltliche Leitlinien: „Alltagsbezug und Wissenschaftsverständnis“*)
☞ **CHEMISCHE GRUNDBILDUNG¹**
- ⇒ Entwicklung, Schulung und Training von persönlichkeitsorientierten, überfachlichen Fähigkeiten (Schlüsselqualifikationen) mithilfe eines praktisch-experimentell orientierten Unterrichts
☞ **GRUNDBILDUNG²**
- ⇒ Breitenwirkung im eigenen Unterricht und im Unterricht der Kollegen zu erreichen (vom „Projekt“ zum „Alltagsunterricht“)

Auf organisatorischer Ebene:

- ⇒ SchülerInnenexperiment ist Unterrichtsschwerpunkt (organisatorische Rahmenbedingung: Chemieunterricht in halber Klassengröße)
- ⇒ Entwicklung von Unterrichtseinheiten zum Erreichen der fachlichen und überfachlichen Ziele
- ⇒ Als Fernziel: Implementierung der Unterrichtsmethode in den „Alltagsunterricht“ (soweit möglich auch ohne Klassenteilung!)
- ⇒ Evaluation des Vorhabens

¹ **Chemische Grundbildung** bedeutet, dass Menschen mit den grundlegenden Konzepten der Naturwissenschaften und der Mathematik vertraut sind. Sie ermöglicht die Kommunikation mit Expert/inn/en und die Bewertung und Berücksichtigung deren Aussagen bei persönlichen und gesellschaftlichen Entscheidungen. Grundbildung beinhaltet die Bereitschaft und Fähigkeit zu lebensbegleitendem Lernen im Bereich der Mathematik und der Naturwissenschaften und die sachlich fundierte Übernahme von Verantwortung für sich und die Gesellschaft. [5]

² **Grundbildung:** Unterricht schafft Situationen, in denen Schüler/innen ihrem Entwicklungsstand gemäß lernen und sich bilden können. Mit zunehmendem Reifegrad der Lernenden löst deren Verantwortung für die eigene Bildung die Erziehungsverantwortung der Lehrpersonen immer mehr ab. Am Ende der Schulzeit wird von Maturant/inn/en die eigenverantwortliche Problemerkennung und -bearbeitung sowie die Bewertung verschiedener Lösungsansätze erwartet. So müssen die Schüler/innen in der Lage sein, sich von Unterrichtssituationen zu emanzipieren, um ihren Bildungsgang selbst in die Hand nehmen zu können [5].

Auf sozialer Ebene: (☞ *methodische Leitlinie: „in sozialem Umfeld lernen“*)

- ⇒ Unterschiedliche Sozialformen einsetzen und evaluieren (Einzelarbeit, Arbeit in der Zweiergruppe, Teamarbeit)
- ⇒ Erfahrungen mit neuen Lernformen sammeln: „Traditionelle“ Lernformen – Offene Lernformen: Eigenverantwortliches Arbeiten, Kooperatives Lernen (zB: Gruppenpuzzle)
- ⇒ Menschorientierung des Chemieunterrichtes

☞ **GRUNDBILDUNG**

3 PROJEKTVERLAUF UND DATEN

3.1 Konzept

Die gesamte Konzeption des Unterrichts (Inhalte, Unterrichtsmaterialien, Experimente, Lern- und Sozialformen) hat zum Ziel, über die chemischen Fachinhalte hinaus überfachliche Fähigkeiten der SchülerInnen („Schlüsselqualifikationen“) zu entwickeln und zu fördern; die dazu nötigen geistigen aber auch manuellen Fähigkeiten und Fertigkeiten sollen aktiviert werden. Letztendlich sind dann die Strategien zum Erwerb von Wissen unabhängig von den fachlichen Inhalten (→ Grundbildung!).

Grundlegendes Prinzip für die Planung und Durchführung dieses Projektes ist der praktisch-experimentell orientierte Unterricht im Schuljahr 2002/03 in der Klasse 1BE (Elektronik) an unserer Schule. Das SchülerInnenexperiment ist der Unterrichtsschwerpunkt. Für die Auswahl und Erstellung dieser Experimente werden für die Unterrichtseinheiten inhaltsunabhängige Strategien des Wissenserwerbs und der Wissensanwendung (**Assimilationsschemata** [7]) gesucht und angewendet. Die Inhalte der Unterrichtseinheiten bauen auf dem Lehrplan [8] auf; wichtiges Unterrichtsmittel sind Arbeitsblattserien.

Folgender Zeitraster ist aufgrund des Stundenplans vorgegeben: Pro SchülerInnengruppe (16 bzw. 17 SchülerInnen) gibt es 1 „Theoriestunde“ pro Woche (Unterricht schwerpunktmäßig ohne SchülerInnenexperimente) und alle 2 Wochen 1 Doppelstunde praktisch-experimentell orientierten Unterricht (Unterricht schwerpunktmäßig mit SchülerInnenexperimenten). Die 1 „Theoriestunde“ pro Woche dient sowohl der inhaltlichen und theoretischen Vorbereitung der praktischen Übungen, als auch der Nachbereitung der praktischen Arbeit. Weiters werden unterschiedliche Sozialformen als Vorbereitung für die praktische Arbeit in kurzen Sequenzen geübt. In der pro SchülerInnengruppe alle 2 Wochen stattfindenden Doppelstunde läuft der Chemieunterricht forschend und entdeckend, mit „begreifbaren“ Experimenten ab. Es werden unterschiedliche Sozialformen praktiziert; neben „traditionellen“ Lernformen (Anleitung in Form eines Arbeitsblattes, Durchführung des Experimentes laut Anleitung, Dokumentation) werden offene Lernformen bevorzugt eingesetzt (Eigenverantwortliches Arbeiten, Kooperatives Lernen), wobei der kooperativen Lernmethode „Gruppenpuzzle – Expertengruppe“ besonders viel Raum eingeräumt wird.

Die SchülerInnen sind am Projekt in hohem Maße beteiligt, als Durchführende der Aufgabenstellungen (chemische Experimente, Unterrichtsformen) und als ProbandInnen, deren Reaktionen auf den Unterricht untersucht werden, um daraus Konsequenzen für die Weiterarbeit abzuleiten. Zur Evaluation werden SchülerInnenarbeiten (Arbeitsblätter), Fragebögen und Interviews herangezogen; damit sollen der Erfolg und somit das pädagogische Potential festgestellt werden.

3.2 Projektverlauf

3.2.1 Unterrichtsräume

Als Unterrichtsräume für den praktisch-experimentell orientierten Unterricht standen der Chemiesaal und ein Technikumsraum (Heizungslabor) zur Verfügung. Beide Räume sind von ihrer Ausstattung und Infrastruktur nur bedingt für SchülerInnenexperimente geeignet (nur ein Wasseranschluss im Raum, keine säurefesten Tische, geringes Raumangebot im Chemiesaal); dieses Manko wurde aber durch eine gewisse Experimentauswahl und in besondere Weise durch die Experimentierfreude und das Engagement der SchülerInnen bei weitem kompensiert. SchülerInnenexperimente sind somit in fast jedem Falle möglich, auch wenn kein perfekt eingerichtetes SchülerInnenlabor zur Verfügung steht.



Chemiesaal



Heizungslabor

3.2.2 Lehrinhalte und Methodenauswahl

In der folgenden Aufstellung der Themenüberschriften der Jahreslehrinhalte sind die thematischen Schwerpunkte für die experimentellen Unterrichtseinheiten fett gedruckt:

Aggregatzustände, Reinstoffe, Gemenge , Elemente, Verbindungen, Atomaufbau, Formelschreibweise, Reaktionsgleichung, Nomenklatur, Atommasse, Mol, Stöchiometrie , Radioaktivität, Nuclide, Isotope, Periodensystem, Atommodelle
Elektronegativität, Chemische Bindungen, Energiebilanz, Chemisches Gleichgewicht, Katalyse, Sauerstoff, Verbrennung
Säuren und Basen, Wasser, pH-Wert, Indikatoren, Stärke von Säuren und Basen, Salze
Redoxreaktionen, Oxidationszahlen, Redoxgleichungen, Spannungsreihe, Korrosion und Korrosionsschutz, Galvanische Elemente, Elektrolyse
Anorganische Grundstoffe
Ökosphäre und Ökosysteme, Kreisläufe, Gleichgewichte, Belastungen, Umweltschutz

Bei der Auswahl der Unterrichtsmethoden wurde aufbauend von „traditionellen“ Methoden hin zu offenen Lernformen gearbeitet. Begonnen wurde – nach einer allgemeinen Einführung (Sicherheit im Labor) – mit einer Einzelübung; die Anweisungen zur Übungsdurchführung erfolgten in Form eines Arbeitsblattes mit entsprechender Dokumentation durch die SchülerInnen. Nach dieser ersten „Gewöhnungsphase“ folgten Partnerübungen mit immer mehr Elementen von offenen Lernformen. Vor allem sind es die Prinzipien des Eigenverantwortlichen Arbeitens (EVA) nach Klippert [9], wie erschließendes Arbeiten, produktives, kommunikatives und exploratives Handeln, die immer mehr in die experimentellen Unterrichtseinheiten einfließen. Bei den letzten 2 Unterrichtseinheiten wurde besonderes Schwergewicht auf das Arbeiten im Team in Kombination mit der „Expertenmethode“ gelegt. Bei dieser Form des kooperativen Unterrichts – auch bekannt als Gruppenpuzzle oder Jigsaw-Methode [10, 11] – erarbeiten die SchülerInnen einen Teil des Themas mit einem Selbststudienmaterial zuerst allein und dann in sogenannten Expertenrunden. Anschließend werden die Gruppen so gemischt, dass in den nun gebildeten Unterrichtsrunden VertreterInnen aus allen Expertenrunden sitzen. Die ExpertInnen unterrichten ihre KlassenkameradInnen auf ihrem Spezialgebiet; alle bringen ihr „Spezialwissen“ ein und gemeinsam kann das Team alle – zumeist experimentellen – Aufgaben lösen und die Fragen auf den Arbeitsblättern beantworten. Diese Methode eignet sich sehr gut für die Erarbeitung neuen Stoffes, besonders auch auf der experimentellen Ebene. Ein besonderer Vorteil besteht darin, dass das erworbene Expertenwissen der Expertenrunden in den Unterrichtsrunden für die Lösung einer Problemstellung angewendet wird; durch diese „Neumischung“ der Gruppenzusammensetzungen öffnen sich für die SchülerInnen neue Perspektiven. Dies bedeutet, dass Wissen vernetzt und konkretisiert wird. In Summe werden wichtige Lernprozesse und das Selbstvertrauen der Lernenden gefördert [12].

3.2.3 Experimentelle Unterrichtseinheiten

In der nun folgenden Aufstellung sind alle experimentellen Unterrichtseinheiten – in chronologischer Reihenfolge – mit einer kurzen Beschreibung angeführt. Die Ergebnisse zur Erprobung der im Anhang 1 angeführten Arbeitsblattserien sowie die SchülerInnen-sichtweisen zur „Expertenmethode“ und zur Unterrichtsakzeptanz sind im NWW-Projektbericht [4] in detaillierter Form dargestellt.

Unterrichtseinheit	*)	**)	Beschreibung und Lernziele (LZ)
Sicherheit im Umgang mit Chemikalien	E		Laborordnung, Gefahrensymbole allg., Gefahrensymbole auf Haushaltsstoffen LZ: Sicheren Umgang mit Chemikalien bei den experimentellen Unterrichtseinheiten erlernen
Feuerlöschübung	E		Verhalten im Brandfall, Löschtechniken, Löschmittel LZ: Demonstrieren und praktisches Üben von Löschtechniken
Stoffe erkennen, vergleichen	D	A1	<u>Einzelübung</u> , Untersuchung kristalliner Stoffe, Reinstoff, Gemenge, Verhalten beim Erhitzen, beim Auflösen in Wasser, elektrische Leitfähigkeit der Lösungen LZ: Übung nach Anleitung durchführen, Erstkontakt mit chemischen Stoffen bekommen
Stofftrennung durch Destillation	D	A2	<u>Partnerübung</u> , destillative Trennung eines Reinstoffgemenges und eines „natürlichen“ Gemenges LZ: Umgang mit Glasapparaturen lernen, Erfassung von zeitabhängigen Meßdaten, graphische Darstellung eines Ergebnisses, Erfassen des Unterschiedes zwischen einem Gemenge aus 3 Reinstoffen (Wasser, Alkohol, Farbstoff) und einem natürlichen Gemenge (Wein).
Stofftrennung durch Chromatographie	D	A3	<u>Partnerübung</u> , Linear/Zirkularchromatographie LZ: 2 papierchromatographische Verfahren kennen lernen, Ermittlung eines Beurteilungsparameters (Rf-Wert), Vergleichen zweier Verfahren
Atomaufbau	D		<u>Gruppenübung</u> , Spektren: Weisslicht, Leuchtstoffröhre; Flammenfärbungen div. Metallsalze; bengalisches Feuer LZ: Anhand anschaulicher Experimente den Atomaufbau besser verstehen

*) : E...Einzelstunde; D...Doppelstunde; **) : A ... Unterrichtseinheit mit Arbeitsblättern

Unterrichtseinheit	*)	**) A	Beschreibung und Lernziele (LZ)
Wasser	D	A4	<p><u>Teamübung im Stationenbetrieb</u>, 6 verschiedenen Übungen zum Thema Wasser</p> <p>LZ: Arbeiten im Stationenbetrieb, erste Teambildung, Versuchsergebnisse und Beobachtungen dokumentieren, aus Ergebnissen Schlüsse ziehen und Fragen beantworten.</p>
Säuren-Basen-Salze (SBS) im täglichen Leben	E	A5	<p><u>Einzelübung</u>, SchülerInnen bekommen 18 Alltagsprodukte und ermitteln aufgrund der Produktdeklarationen, ob Säuren, Basen oder Salze wirksame Inhaltsstoffe dieses Produktes sind.</p> <p>LZ: Erkennen, dass SBS in sehr vielen Alltagsprodukten enthalten sind, bewusstes Lesen von Produktdeklarationen, Gefahrensymbole als wertvolle Informationsquelle</p>
Blaukrautlösung und Alltagsstoffe	D	A6	<p><u>Partnerübung</u>, einfache Säuren/Basen-Experimente mit Alltagsstoffen und Blaukrautlösung als Indikator</p> <p>LZ: Blaukrautlösung als Säuren-Basen-Indikator für Alltagsstoffe erleben, Alltagsstoffe aufgrund von Experimenten in Gruppen einteilen können, die Indikatorfunktion erkennen, ein Bestätigungsexperiment finden</p>
Säuren-Basen-Salze	D	A7	<p><u>Expertenmethode im Stationenbetrieb</u>, 4 verschiedene Übungen, Stoffearbeitung als Gruppenpuzzle, Protolyse, starke und schwache Säuren, Neutralisation, saure und basische Salze</p> <p>LZ: EVA, Teamarbeit, kooperatives Lernen</p>
Redox	D	A8	<p><u>Expertenmethode</u>, 4 verschiedene Übungen an einem Übungsplatz, Stoffearbeitung als Gruppenpuzzle, Verbrennen von Mg (in O₂ und in CO₂), CuO + Fe, Rosten, „Verbrennen“ von Aluminium, Zementation</p> <p>LZ: EVA, Teamarbeit, kooperatives Lernen</p>

*) : E...Einzelstunde; D...Doppelstunde; **) : A ... Unterrichtseinheit mit Arbeitsblättern

3.3 SchülerInnenbefragung und -interviews

Nach der experimentellen Unterrichtseinheit REDOX wurde den SchülerInnen ein Fragebogen vorgelegt, um mit dessen Hilfe die Einstellung zum Chemieunterricht allgemein und vor allem zu diesem speziellen Unterricht zu hinterfragen. Es wurden geschlossene als auch offene Fragen gestellt. Aufgrund von Absenzen hatten von den 33 SchülerInnen der Klasse 30 SchülerInnen den Fragebogen ausgefüllt und die Fragen beantwortet. Ausgewählte Ergebnisse werden im nächsten Kapitel diskutiert; die Gesamtergebnisse der SchülerInnenbefragung befinden sich im Anhang 2.

Parallel zu der SchülerInnenbefragung wurden seitens des BetreuerInnenteams SchülerInneninterviews mit insgesamt 6 SchülerInnen durchgeführt, wobei sowohl leistungsstarke als auch eher schwächere SchülerInnen zu Interviews gebeten wurden. Den InterviewerInnen wurde ein Fragengerüst vorgegeben, das die Themen praktische Abwicklung, inhaltliche Vermittlung, Teamarbeit, SchülerInneneinschätzung zum Erlernen überfachlicher Fähigkeiten und Gesamtbeurteilung umfasste. Die Interviews wurden auf Tonband festgehalten und anschließend transkribiert. Zur besseren Verständlichkeit wurden die in Kapitel 4 angeführten SchülerInnenaussagen von ihrer mundartlichen Ausdrucksweise ins Hochdeutsche übertragen.

4 ERGEBNISSE

4.1 Arbeitsblätter – Assimilationsschemata

Der zentrale Punkt dieser Arbeit ist die Forschungsfrage, wie ein praktisch-experimentell orientierter Chemieunterricht angelegt sein muss, dass er überfachliche Fähigkeiten der SchülerInnen entwickelt und fördert. Dies bedeutet auf der fachlichen und methodischen Ebene eine entsprechende Wahl der Experimente und Fragestellungen, um die sogenannten „Schlüsselqualifikationen“ trainieren zu können. In hohem Maße wird dies bei diesem Projekt durch den Aufbau und die Inhalte der Arbeitsblätter gestaltet. Anhand ausgewählter Beispiele wird nun die Reaktion und das Verhalten der SchülerInnen auf diese inhaltsunabhängigen Strategien des Wissenserwerbs und der Wissensanwendung (⇒ **Assimilationsschemata; siehe Kapitel 3.1**) kommentiert.

(UE ... Unterrichtseinheit)

⇒ **Assimilationsschema „Ausprobieren und Kreativsein“:**

UE Stofftrennung durch Chromatographie: Diese UE lud sehr zum kreativen Arbeiten ein, denn die Wahl der Farbstifte und die Art des Auftragens der Farben wurde von den SchülerInnen entschieden.

UE Blaukrautlösung und Alltagsstoffe: Bei dieser UE wurden die SchülerInnen ermuntert, mit Blaukrautlösung und Alltagsstoffen eine „Farborgel“ aufzubauen, also alle möglichen Farben dieses Indikators einzustellen. Dabei wurde eine erstaunliche Farbenvielfalt erreicht.



⇒ **Assimilationsschema „Einteilen und Ordnen in Gruppen“:**

UE Blaukrautlösung und Alltagsstoffe: Ein großer Teil der SchülerInnen war in der Lage, die Alltagsstoffe in saure, alkalische und neutrale einzuteilen; sie gingen von der Alltagserfahrung aus, dass Essig eine saure Lösung ist und schlossen bei den Stoffen mit einer Grünfärbung auf alkalische Stoffe. Einige teilten die Stoffe in Reinigungsmittel und Nichtreinigungsmittel ein. Die Funktion des Blaukrautsaftes als Indikator wurde eindeutig erkannt.

Bei der Frage nach der Bestätigung dieser Gruppenzuordnung antworten die meisten SchülerInnen ... *mit einem „normalen“ Indikator...mit pH-Streifen...* Die von mir „erwartete“ Antwort mit zB: HCl-Lösung und NaOH-Lösung kam nicht.

⇒ **Assimilationsschema „Experimente als Entscheidungshilfe“:**

UE Wasser (Erkennungsreaktionen für Wasser): Die SchülerInnen stellten wasserfreies Kupfersulfat her und sollten von 4 Flüssigkeiten (Benzin, Aceton, Alkohol, Wasser) das Wasser herausfinden. Die Übung gelang problemlos.

UE Blaukrautlösung und Alltagsstoffe: Die SchülerInnen erlebten bei dieser Übung den Zusammenhang zwischen einer Fragestellung (Einteilen der Alltagsstoffe) und der Lösung der Frage mit Hilfe des naturwissenschaftlichen Experimentes. Wie bereits oben ausgeführt gelang die Einteilung und Zuordnung der Stoffe zum überwiegenden Teil. Trotzdem ordneten 30,3% der SchülerInnen den Klarspüler (Geschirrspülmaschine) trotz eindeutiger (erkannter!) saurer Reaktion (Farbe: rosa) der Stoffgruppe der basischen Lösungen zu:

ZUORDNUNG „KLARSPÜLER“ ZUR GRUPPE (33 Antworten, Angaben in %;):			
SÄURE	BASE	WEISS NICHT	KEINE ANTWORT
54,6	30,3	6,0	9,1

Für sie war die Verbindung Klarspüler (Geschirrspülmaschine) = Reinigungsmittel = basischer Stoff dominanter ausgeprägt als die experimentelle Erfahrung. Dies deutet darauf hin, dass man zu seiner eigenen experimentellen Erfahrung Zutrauen gewinnen muss; sie muss trainiert und laufend erlebt werden.

⇒ **Assimilationsschema „Erweitern von Definitionen“:**

UE Säuren, Basen, Salze (Protolyse): Bei dieser Übung wurden je einige Körnchen Zitronensäure und Natriumhydroxid auf ein trockenes Stück Indikatorpapier gelegt und die Reaktion beobachtet (keine Reaktion!); dann wurden die Indikatorpapiere mit Wasser befeuchtet und die Beobachtungen dokumentiert. Die „kniffligen Fragen“ dieser Übung („*Warum verändert sich das Indikatorpapier bei der Zugabe von Wasser?*“ und „*Hat feste Zitronensäure einen pH-Wert?*“) wurden aufgrund der knappen Zeit bei dieser gesamten Übungseinheit nicht entsprechend beantwortet.

Beim schriftlichen Test (etwa ein Monat später) wurde aber mit folgender offener Frage darauf Bezug genommen:

Wenn man feste Zitronensäure auf trockenes Indikatorpapier legt, so tritt keine Farbänderung ein; bei feuchtem Indikatorpapier tritt eine Rotfärbung ein. Erkläre warum:

Die gleiche Frage wurde 2 weiteren Klassen (ohne persönliche Experimentierfahrung, aber mit Demonstrationsexperiment) in schriftlichen Tests gestellt:

KLASSE (Angaben in %)	richtige Antwort (Protolyse, H_3O^+ -Ionen)	teilweise richtige Antwort (Bezug zu Wasser)	falsche Antwort
1BE (Projektklasse) 33 Antworten	64	36	0
1AM 30 Antworten	60	33	7
1BDV 26 Antworten	46	42	12

Die prozentuelle Aufteilung der Antworten zeigt, dass bei jenen SchülerInnen, die das Experiment selber durchgeführt hatten, der geringste Anteil an falschen Antworten erfolgte. Trotz geringem Unterschied zwischen der Projektklasse und der 1AM (Abteilung Maschinenbau) gibt uns diese Auswertung Hinweise darauf, dass die SchülerInnen der Projektklasse die Definition einer Säure auf den Begriff der sauren Lösung (Protolyse, Reaktion mit Wasser) etwas leichter erweitern konnten.

⇒ Assimilationsschema „Mut zu eigenen Überlegungen“

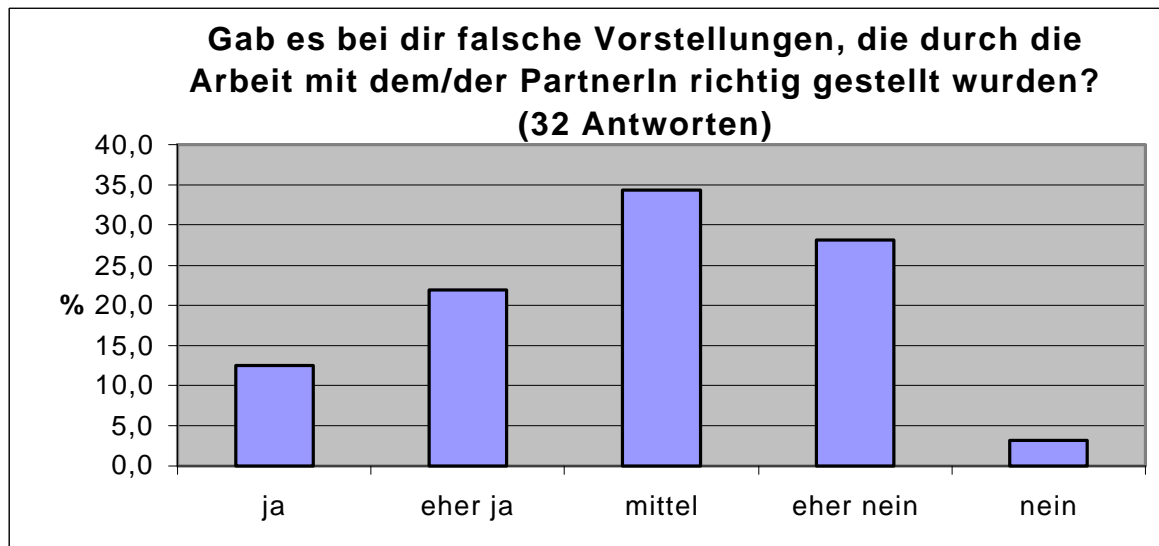
UE Blaukrautlösung und Alltagsstoffe: Im Rahmen dieser UE wurde den SchülerInnen die Aufgabe gestellt, ihre Ausatemluft mit Hilfe eines Trinkhalmes in Blaukrautlösung zu blasen und die Veränderung der Lösung zu erklären. Wenngleich nicht immer die richtige Antwort gegeben wurde, so stellten 74% der SchülerInnen Überlegungen an und gaben Antworten:

52% der SchülerInnen gaben die richtige Antwort und stellten den Zusammenhang mit CO_2 in der Ausatemluft her; 22% gaben falsche Antworten (*...die Stoffe vermischen sich..., ...Farbveränderung durch Sauerstoff..., ...Farbveränderung durch einen Trennungsvorgang...*) und 26% der SchülerInnen gaben keine Antwort bzw. vermerkten auf dem Arbeitsblatt, dass sie die Antwort nicht wissen.

Somit machte diese Übung Mut zu eigenen Überlegungen und regte die SchülerInnen zum Nachdenken an.

⇒ **Assimilationsschema „Kritikfähigkeit gegenüber Partneraussagen“:**

Nach der UE Blaukrautlösung und Alltagsstoffe wurde den SchülerInnen im Rahmen einer Kurzumfrage folgende Frage gestellt:



Dieses Ergebnis zeigt die hohe Sinnhaftigkeit des Arbeitens in Gruppen oder Teams, denn bei etwa Zweidrittel der SchülerInnen wurden falsche Vorstellungen im Gespräch untereinander richtig gestellt.

Zum den Arbeitsblattserien ist noch zu bemerken, dass sich folgender prinzipieller Aufbau sehr bewährt hat (besonders in Verbindung mit der Expertenmethode):

kurze theoretische Information (Expertenwissen)

Durchführungsbeschreibung der Übung (mit der Vorgabe, sich Notizen zu machen!)

“Knifflige Fragen”

Vor allem die “Kniffligen Fragen” gaben sehr wertvolle Hinweise über die Sichtweisen der SchülerInnen, sowohl was ihre erworbenen fachlichen Kenntnisse betrifft als auch den Zuwachs an überfachlichen Fähigkeiten. Die hier beschriebenen Beispiele zeigten, dass es aus der Sicht des Verfassers mit Hilfe von SchülerInnenexperimenten (geleitet von Assimilationsschemata) möglich war, bei den SchülerInnen Schlüsselqualifikationen zu entwickeln, zu schulen und zu trainieren.

4.2 SchülerInnensichtweisen

Die SchülerInnensichtweisen wurden anhand einer SchülerInnenbefragung (ganze Klasse) und mit SchülerInneninterviews (6 SchülerInnen, die Zitate (ZNummer) sind durchgehend nummeriert) ermittelt, wobei beide Aussagen hier gemeinsam betrachtet werden.

Interviewfragen zur praktischen Abwicklung:

(zu schnell, zu langsam, zu viel, zu wenig; Arbeitsbedingungen)

Z1: *Zwei Stunden, und da macht man, was man schafft, was nicht fertig wird, macht man das nächste Mal fertig. ...*

Z2: *Anfangs zu wenig (Zeit), weil der Hr. Prof. hat auch noch nicht genau gewusst, wie er sich's einteilen soll, zum Schluss ist es sich immer ausgegangen.*

Z3: *Ja, einmal haben wir nicht alle Übungen gemacht, wir machen meistens Stationenarbeit. Einmal haben wir eine Übung nicht gemacht, die haben wir halt nachgeholt in der nächsten Stunde.*

Z4: *Platz (Chemiesaal) ziemlich eng, aber da kann er nichts dafür, Labor (Heizungslabor) besser und größer. Chemiesaal für normalen Unterricht schon zu klein.*

Die Aussagen decken sich mit den Antworten der SchülerInnenbefragung. Vor allem bei den Übungen mit Stationenbetrieb war das „Timing“ (Anzahl und Auswahl der Übungen) nicht optimal gewählt. Wichtig ist es, versäumte Übungen in der nächsten Stunde nachzuholen. Wesentlich für die Durchführung von SchülerInnenübungen ist in erster Linie ein ausreichendes Platzangebot; die (perfekte) Laborinfrastruktur ist nach dieser Untersuchung zweitrangig.

Interviewfragen zum Thema: Mit praktischen Experimenten zu besserem Verständnis.

Z5: *Wenn man es selber macht, kommt mir vor, dass man sich's besser merkt; dann versteht man es auch besser .*

Z6: *Wenn man es selber macht, merkt man sich's viel leichter.*

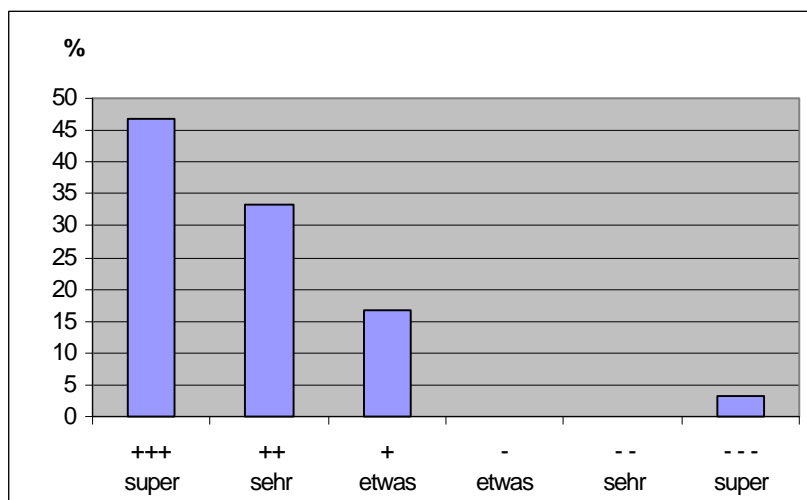
?: Ist es schon einmal vorgekommen, dass bei den Experimenten etwas nicht so klar herausgekommen ist wie beim theoretischen Lernen?

Z7: *Nein, eher umgekehrt, man versteht es leichter.*

Z8: *Eigentlich leichter, erst lernt man Theorie; wenn man es nicht versteht, helfen die Versuche oft weiter dass man es besser versteht, dass man wirklich weiß, was geschieht in der Oxidation oder in dem Versuch halt...*

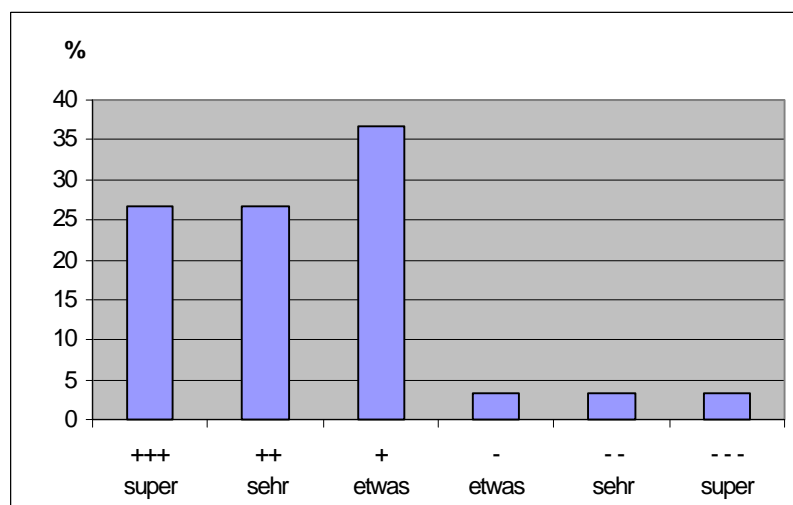
Die Antworten sprechen für sich. Die interviewten SchülerInnen geben an, dass die Versuche und das praktische Arbeiten die Wissensaneignung sehr unterstützen.

Befragung: Die Experimente helfen mir, Chemie besser zu verstehen / Die Experimente sind bloß Spielerei



Bei der Befragung sehen sehr viele SchülerInnen einen deutlichen Zusammenhang zwischen dem praktischen Experiment und einem besseren Verstehen der Chemie, was auch als besserer persönlicher Zugang zum Fach Chemie gewertet werden kann.

Befragung: Ich habe ausreichend theoretisches Grundwissen erworben / Eigentlich habe ich zuwenig Theorie gelernt



Bezüglich des erworbenen theoretischen Grundwissens hegt etwa ein Drittel der SchülerInnen die Sorge, nur teilweise in ausreichendem Maße ausgestattet worden zu sein. Dies kann aufgrund der erbrachten schriftlichen und mündlichen Leistungen – bei Tests und auch bei der Bearbeitung der Arbeitsblätter – nicht bestätigt werden. Die Sorge rührt

möglicherweise daher, dass bei dem praktisch-experimentell orientierten Chemieunterricht die sogenannte „Theorie“ nicht im Mittelpunkt gestanden ist, sondern die chemischen Zusammenhänge über das Experiment erfahren wurden.

Interviewfragen zur „Expertenmethode“:

?: War es leicht, das den anderen Mitschülern zu erklären oder war das eher schwierig?

Z9: Leicht war's nicht.

Z10: Ist schon gegangen ...

?: Und wenn die dann was gefragt haben? Habt ihr das beantworten können?

Z11: Wenn man das angeschaut hat, hat man es den anderen erklären können.

?: Wie ist es euch mit der Expertenmethode gegangen? In der Rolle des Experten?

Z12: Ich habe das nicht so gut gefunden, weil es ist für mich einfacher, wenn du deinen eigenen Text hast. ... Ich habe das nicht so gut gefunden, weil wenn die Schüler das vortragen, bringen sie das nicht so hinüber wie der Lehrer ...

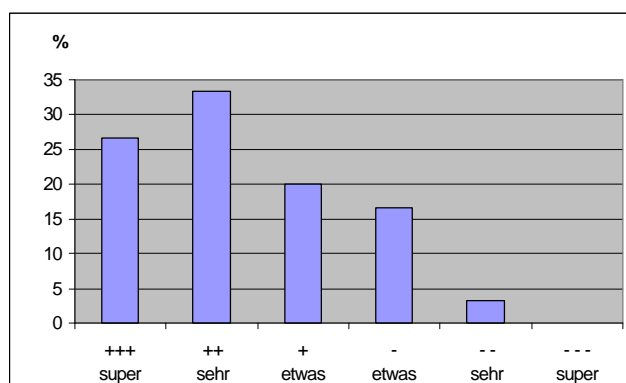
Z13: Gut gegangen

?: Hattest du das Gefühl, ich kann das jetzt erklären, die kennen sich aus mit meiner Erklärung. Oder hat es auch Situationen gegeben, wo du angestanden bist, wo du gesagt hast: Das habe ich eigentlich selber noch nicht verstanden?

Z14: (gleiche/r Schüler/in wie Z12): Ja genau, einen Teil davon habe ich selbst gut verstanden, das habe ich auch gut hinüberbringen können. Aber einen Teil, den ich nicht verstanden habe, (...), habe ich eigentlich nicht können ... und ... ich glaub' für solche Punkte wäre es besser, wenn der Lehrer das erklärt.

Grundsätzlich befürworten die SchülerInnen die „Expertenmethode“, wenngleich sie nicht bei allen beliebt ist. Dies deckt sich auch mit den Ergebnissen der Befragung. Die Situation, dass sich ein Schüler / eine Schülerin in der Rolle des Experten überfordert fühlt (siehe Z12 und Z14), sollte vom Lehrer erkannt und aufgefangen werden. Hier war anscheinend in der Expertenrunde zu wenig Zeit zur Stoffsicherung und zur gegenseitigen Kontrolle des Expertenwissens.

Befragung: Die Methode „Gruppenarbeit – Expertenrunde“ macht mir viel Spaß / keinen Spaß



Bei den folgenden Fragen wurde versucht, die **SchülerInneneinschätzung zum Erlernen überfachlicher Fähigkeiten** herauszufinden:

Interviewfragen zur Teamarbeit:

Z15: *Das Team redet miteinander und kommt dann zu einer Entscheidung.*

Z16: *Hat schon hervorragend funktioniert.*

Z17: *Miteinander ist es schon lustiger.*

Z18: *Wenn verschiedene Meinungen sind, dann muss man halt schauen, welches die richtige Antwort ist. Jeder gibt seine Meinung ab dann kann ich vergleichen: kann das stimmen, kann das nicht stimmen. Und wenn ich allein bin, schreibe ich halt hin, was ich weiß.*

Z19: *Für mich ist es eigentlich schon leichter, wenn wir in Gruppen arbeiten als wie wenn ich immer nur aus dem Heft heraus lerne, weil ich passe im Unterricht meistens besser auf und daheim bin ich eher faul, wenn ich was lernen muss.*

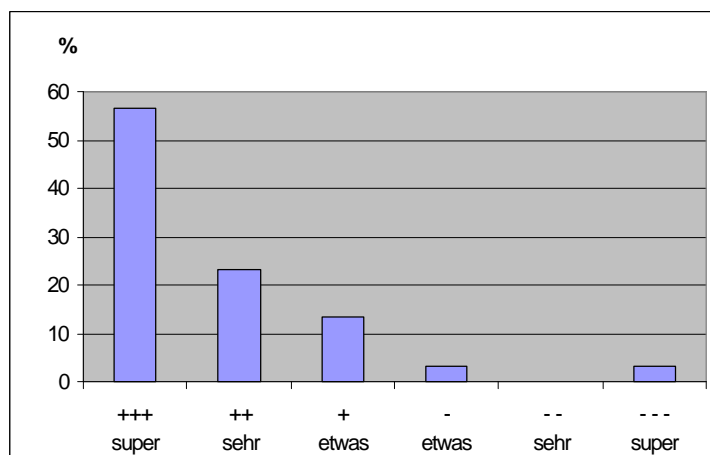
Z20: *[Ich habe gelernt] ... konsequent arbeiten, aufpassen beim Arbeiten, nicht gegenseitig stoßen ...*

Z21: *(Problem: Arbeitsunwillige Mitschüler) Da muss man halt ein wenig lauter werden und sagen: Jetzt passt's auf einmal, dann machen wir das alles zusammen, so habe ich es öfter probiert halt...*

Z22: *Ich glaube schon, wenn man in einer Gruppe arbeitet, dass wenn ein Schwächerer dabei ist, dass der dann jemand fragt und man beantwortet das halt und ... i glaub', es ist ein Ansporn für die Schwächeren oder die nicht Interessierten in der Gruppe zu arbeiten, dass alle zusammenhelfen, weil da muss nicht einer alles allein machen.*

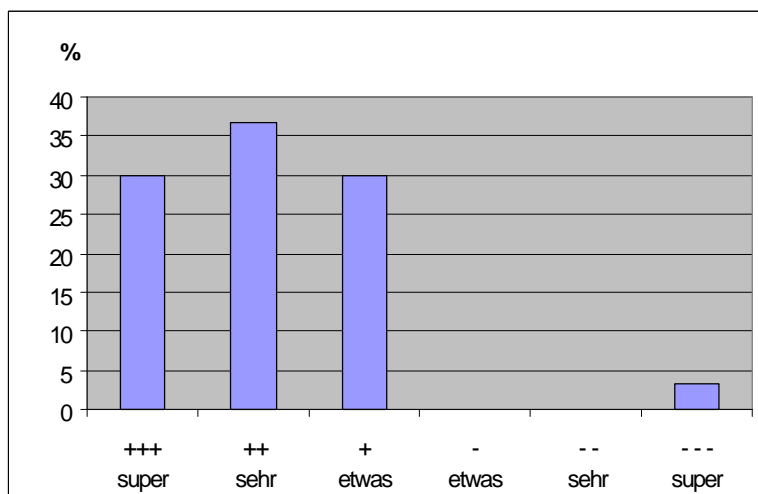
Die SchülerInnen haben im Rahmen dieses Unterrichtsprojektes die Vor- aber auch Nachteile der Teamarbeit erlebt. Wie auch bei der SchülerInnenbefragung überwiegen die Zustimmungen zur Teamarbeit. Hier betonen die SchülerInnen den Meinungsbildungsprozess im Team (Z18) und auch lernökonomische Vorteile (Z19).

Befragung: Ich arbeite sehr gerne im Team / lieber allein



Bei der Befragung wurden dazu 2 Fragen gestellt. Die Frage, ob die SchülerInnen gerne im Team arbeiten, wurde bewusst an den Anfang des Fragebogens gestellt. Die Antworten zeigen eine sehr deutliche Zustimmung zur Teamarbeit.

Befragung: Seit diesem Unterricht finde ich Teamarbeit wichtig / Ich finde Teamarbeit nach wie vor unwichtig



Die zweite Frage, die als vorletzte Frage am Ende des Fragebogens positioniert war, zielte auf die Erfahrungen der SchülerInnen in diesem Unterricht in Bezug auf die Teamarbeit ab. Die nun nicht mehr so eindeutige Zustimmung könnte mit den Erfahrungen und auch erlebten Konflikten der SchülerInnen bei der Teamarbeit im Chemieunterricht zusammenhängen.

Bei der offenen Frage (Befragung) „**Was hast du für dich persönlich in diesem Chemieunterricht gelernt?:**“ antworteten mehr als die Hälfte der SchülerInnen ... **im Team zu arbeiten und ... wie wichtig Teamarbeit ist!** Dieses Ergebnis zeigt, dass für viele SchülerInnen der Stellenwert der Teamarbeit deutlich zugenommen hat und auch viele die Situation der Teamarbeit erstmalig richtig erfahren haben.

Interviewfragen zur Kreativität und zum Mut zu eigenen Überlegungen:

?: Ich stelle ein Glas her, da ist ein Pulver drin, was würdet ihr mit dem Pulver ... alles anfangen, um herauszufinden, was es sein könnte.

Z23: *In der ersten/zweiten Stunde haben wir einen Super-Versuch gemacht. Das war auch so ähnlich, wir haben verschieden Substanzen gekriegt, die ungiftig waren, alle aus dem Haushalt, zB. Zucker, Salz, fester Zitronensaft – Citronensäure – das hat man kosten können und mittels Indikator bestimmt, ob's sauer, basisch ist, das war schon interessant. Und ich finde, da war auch viel dabei, was man zu Hause auch machen könnte, z. B. kosten oder Indikator hineingeben.*

Z24: *Ich würde es in Wasser lösen und dann mit Blaukrautsaft auskochen, wie's reagiert, ob's jetzt basisch oder sauer ist und dann kann man es möglicherweise kosten auch, wenn's nicht allzu sauer ist nach dem Farbton her.*

Z25: *Man verliert die Angst, etwas auszuprobieren. Wenn wir nicht das Praktische in Chemie gehabt hätten, ich wäre nie auf die Idee gekommen, ... So sind wir halt draufgekommen: So reagieren die Säuren und Basen.*

Diese Antworten bestätigen, dass mit Hilfe der SchülerInnenexperimente der Mut zu eigenen Überlegungen und die Kreativität gefördert wurde.

Bei der offenen Frage (Befragung) „**Was hast du für dich persönlich in diesem Chemieunterricht gelernt?:**“ ist die folgende Einzelantwort bemerkenswert: ... **aus Beobachtungen Schlüsse und Folgerungen ziehen.** Diese/r Schüler/in verbalisiert

mit dieser Antwort eine jener wichtigen Schlüsselqualifikation, die mit diesem Projekt erreicht werden sollte.

Interviewfragen zur Kritikfähigkeit – das wissenschaftliche Experiment als Entscheidungshilfe:

?: *Wenn ihr jetzt vor einem für euch neuen Problem steht ...glaubt ihr, dass ihr in der Lage seid, selber draufzukommen, wie man ein Experiment machen könnte, um das Problem zu lösen? ...*

Z26: *Ja, wenn es eine Ähnlichkeit hat.*

?: *Traut ihr euch zu, Fragestellungen mit einem Experiment, das ihr selber ausdenken müsst, zu beantworten?*

Z27: *Schon.*

Interviewfragen zur Kommunikationsfähigkeit:

?: *Habt ihr das Gefühl, etwas gelernt zu haben, was nicht reine Chemie ist?*

Z28: *Wie man sich ausdrückt, dass man selber einem anderen etwas erklärt. ... Das hat mir schon gut gefallen.*

?: *War es schwierig, das einem anderen erklären zu müssen?*

Z29: *Anfangs schon, weil ungewohnt, mit der Zeit ist es leichter gefallen*

?: *Habt ihr als Experten die Fragen der anderen beantworten können?*

Z30: *Mit Nachschauen ist es schon gegangen.*

Interviewfrage zur Selbstständigkeit:

Z31: *Eine gute Eigenschaft ist, glaube ich, dass man selbstständiger wird, wenn man etwas selbst ausarbeiten muss; das nimmt man sich besser an, weil wenn man irgendwie was ausarbeitet, das ist viel besser für's selbstständig Werden - für's Leben.*

Die zuletzt genannten Zitate zeigen ebenfalls, dass es bei den interviewten SchülerInnen – und diese repräsentieren die gesamte Klasse – gelungen ist, Schlüsselqualifikationen zu schulen und überfachliche Fähigkeiten zu entwickeln; und dies mithilfe eines praktisch-experimentell orientierten Unterrichts.

5 REFLEXION

Der praktisch-experimentell orientierte Chemieunterricht gab dem Verfasser nicht nur die Möglichkeit ein praxisorientiertes Unterrichtskonzept zu entwickeln, sondern auch das pädagogische Potential dieses Unterrichtes zu untersuchen. Über die in Kapitel 2.2 gesteckten Ziele soll nun reflektiert werden.

Ziele auf fachlicher Ebene:

- ⇒ Chemieunterricht, forschend und entdeckend, mit „begreifbaren“ Experimenten
(☞ *methodische Leitlinie: „erfahrungsgeleitet lernen“*)

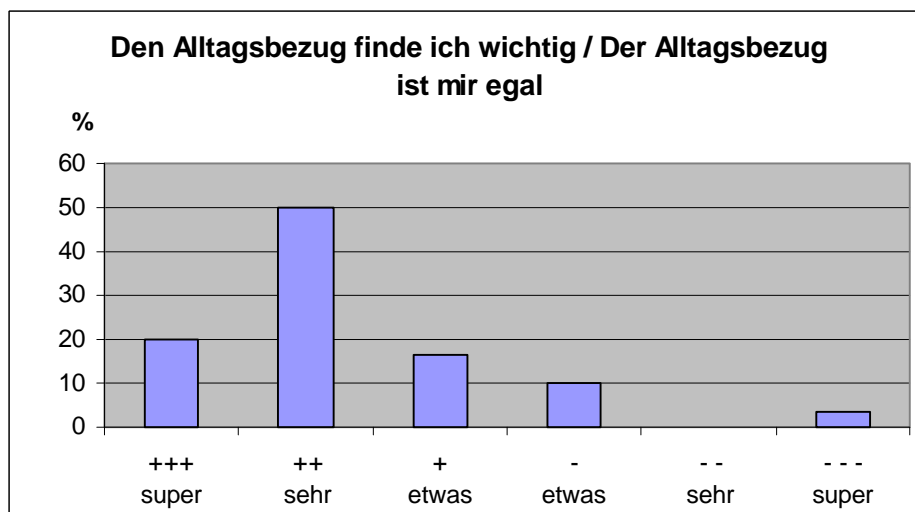
Die SchülerInnen haben mit großer Begeisterung diesen forschenden und entdeckenden Chemieunterricht angenommen. Wesentlich für sie war es, selber Hand anlegen zu können, zu „begreifen“.

- ⇒ Erreichen einer hohen „Nachhaltigkeit“ im Verstehen und Behalten der chemischen Inhalte sowie im Herstellen von Alltagsbezügen
(☞ *inhaltliche Leitlinien: „Alltagsbezug und Wissenschaftsverständnis“*)

☞ CHEMISCHE GRUNDBILDUNG

Was das Erreichen einer hohen „Nachhaltigkeit“ im Verstehen und Behalten der chemischen Inhalte betrifft, so ist dies kurzfristig nur schwer messbar. Die interviewten SchülerInnen bestätigten aber ein besseres Verständnis für chemische Zusammenhänge bei einem Unterricht mit selbst durchgeführten praktischen Experimenten. Die schriftlichen und mündlichen Leistungen der SchülerInnen der Projektklasse waren absolut mit anderen Klassen vergleichbar. Beim praktischen Arbeiten und bei mündlichen

Wiederholungen zeigten die SchülerInnen ein besseres Verständnis für chemische Zusammenhänge, was auf das persönliche Experimentieren zurückzuführen ist.



Sowohl bei der geschlossen Frage nach dem Alltagsbezug als auch bei den offenen Fragen wurde bei den SchülerInnen im Rahmen dieses Unterrichtsprojektes der Bezug zwischen Chemie und Alltag deutlich.

Somit ist es mit diesem praktisch-experimentell orientierten Chemieunterricht gelungen, die SchülerInnen auf eine für sie leichter „begreifbare“ Art mit den grundlegenden Konzepten der Chemie vertraut zu machen; also ihnen **Chemische Grundbildung** vermittelt zu haben.

- ⇒ Entwicklung, Schulung und Training von persönlichkeitsorientierten, überfachlichen Fähigkeiten (Schlüsselqualifikationen) mithilfe eines praktisch-experimentell orientierten Unterrichts

GRUNDBILDUNG

Die in dieser Arbeit gewählten Experimente und Fragestellungen waren in der Lage, Schlüsselqualifikationen bei den SchülerInnen zu entwickeln, zu schulen und zu trainieren. Besonders hervorzuheben sind die Bereitschaft zur Teamarbeit, Verbesserung der Kommunikationsfähigkeit und Selbstständigkeit und Förderung der Kreativität. Eine Verbesserung der Selbstständigkeit, wie sie durch einen experimentellen Unterricht gefördert wird, ist ein erster Schritt zur Eigenverantwortlichkeit für die eigene Bildung und somit ein erster Schritt zur **Grundbildung**.

- ⇒ Breitenwirkung im eigenen Unterricht und im Unterricht der Kollegen zu erreichen (vom „Projekt“ zum „Alltagsunterricht“)

Ein breiter Nutzen dieses Projektes ist darin zu sehen, dass die in Anhang 1 angeführten Unterrichtsmaterialien von möglichst vielen KollegInnen im Chemieunterricht eingesetzt und ausprobiert werden. Wenn aufgrund der Klassengröße SchülerInnenexperimente nicht oder nur eingeschränkt möglich sind, so soll diese Arbeit zumindest zum vermehrten Einsatz von neuen Lernformen anregen.

Ziel auf organisatorischer Ebene:

- ⇒ Entwicklung von Unterrichtseinheiten zum Erreichen der fachlichen und überfachlichen Ziele

Dieses Ziel beinhaltet die Beantwortung der Forschungsfrage dieses Vorhabens, wie ein praktisch-experimentell orientierter Chemieunterricht angelegt sein muss, dass er überfachliche Fähigkeiten der SchülerInnen entwickelt und fördert. Hierfür sind die folgenden Kriterien (in Anlehnung an [6]) zu beachten:

Experimenteinsatz (optimal SchülerInnenexperiment, zumindest Demonstrationsexperiment bzw. Demonstrationsexperiment durch SchülerInnen)

SchülerInnenorientierung (authentische Probleme, alltagsorientiert, in sozialem Umfeld) und SchülerInnenbeteiligung (siehe oben)

überfachliche Zielsetzungen mit Hilfe der Assimilationsschemata definieren und in die Unterrichtseinheit integrieren

Arbeitsblätter und offene Lernformen „stimulieren“ den Prozess sehr positiv

Beachtung fachdidaktischer Forschungsergebnisse

Wie den SchülerInnenaussagen zu entnehmen ist, ist es durch die Entwicklung der in Kapitel 3.2.3 angeführten experimentellen Unterrichtseinheiten in Kombination mit den Arbeitsblattserien gelungen, überfachliche Fähigkeiten der SchülerInnen zu entwickeln und zu fördern.

Auf sozialer Ebene: (☞ *methodische Leitlinie: „in sozialem Umfeld lernen“*)

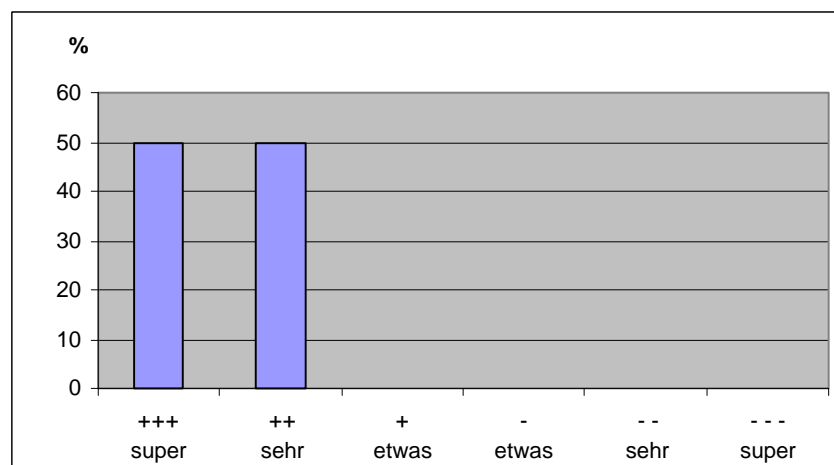
- ⇒ Unterschiedliche Sozialformen einsetzen und evaluieren (Einzelarbeit, Arbeit in der Zweiergruppe, Teamarbeit)
- ⇒ Erfahrungen mit neuen Lernformen sammeln: „Traditionelle“ Lernformen – Offene Lernformen: Eigenverantwortliches Arbeiten, kooperatives Lernen (zB: Gruppenpuzzle)
- ⇒ Menschorientierung des Chemieunterrichtes

Fast alle SchülerInnen hatten große Freude und auch Spaß am experimentellen Arbeiten. Sie erlebten Chemie, im Vergleich zu den anderen naturwissenschaftlichen Fächern, auf andere Art und Weise. Es war schön zu beobachten, wie im Laufe dieses Schuljahres die Zusammenarbeit und Teamfähigkeit der SchülerInnen zugenommen hatte. An die unterschiedlichen Sozialformen mussten die SchülerInnen jedoch behutsam herangeführt werden, denn die Teamfähigkeit ist besonders beim praktisch-chemischen Arbeiten – nach den Erfahrungen aus diesem Projekt – einem gewissen Entwicklungsprozess unterworfen.

Neue Lernformen spielen bei der Förderung der SchülerInnenpersönlichkeit eine große Rolle. Die bei den letzten 2 Unterrichtseinheiten verwendete kooperative Lernform „Expertenmethode“ eignet sich – meiner Meinung nach – sehr gut für einen praktisch-experimentell orientierten Unterricht. Die nicht uneingeschränkte Zustimmung der SchülerInnen (siehe Interviewfragen zur „Expertenmethode“) lag in diesem speziellen Fall an einer zeitlichen Überforderung der SchülerInnen. Daher muss für diese Methode ein ausreichend großer zeitlicher Rahmen gegeben sein.

Die SchülerInnen erlebten den Chemieunterricht als praktische Entdeckungsreise, getragen durch empirisches Arbeiten und Orientierung auf die SchülerInnenpersönlichkeiten. Somit leistete dieses Unterrichtsprojekt einen Beitrag, dem Erziehungsziel der Persönlichkeitsförderung unserer SchülerInnen näher zu kommen.

Frage: Gesamtbeurteilung: Dieser Chemieunterricht hat mir gefallen / hat mir nicht gefallen



6 LITERATUR

- [1] HEUMANN, K.: Anleitung zum Experimentieren bei Vorlesungen über anorganische Chemie zum Gebrauch an Universitäten und Technischen Hochschulen sowie beim Unterricht an höheren Lehranstalten. Braunschweig 1876.
- [2] JAKLIN, J., LECHNER, A., POLAK, W.: Evaluierung des Chemieunterrichtes an der HTBL Pinkafeld mittels Schülerfragebogen. Pilotprojekt IMST² 2000/01. HTBL Pinkafeld 2001.
- [3] JAKLIN, J., LECHNER, A.: Von der Ausbildung zur Grundbildung. Chemische Grundbildungsinhalte am Beispiel des Kapitels „Säuren – Basen – Salze“. IMST² Projekt 2001/02. HTBL Pinkafeld 2002. Unter „Innovationen“ zu finden auf <http://imst.uni-klu.ac.at>
- [4] JAKLIN, J.: Praktisch – experimentell orientierter Chemieunterricht an der HTBL Pinkafeld. Naturwissenschaftswerkstatt Projekt 2002/03. HTBL Pinkafeld 2003. Unter „Innovationen und Unterrichtsprojekte“ zu finden auf <http://www.physicsnet.at/nwww>
- [5] Ein dynamisches Konzept für mathematisch-naturwissenschaftliche Grundbildung (Handreichung für die Praxis) Stand 23.05.2003. IMST²-S1 – Schwerpunktprogramm: Grundbildung; IFF: Klagenfurt 2003. Unter „Materialien & Schriften“ zu finden auf <http://imst.uni-klu.ac.at>
- [6] ANTON, M.,A.: Mit chemischen Inhalten zu überfachlichen Zielen. Chem. Sch. (Salzbg.) 18 (2003), Nr. 1, 7.
- [7] AEBLI, H.: Psychologische Didaktik. Klett, Stuttgart 1976.
- [8] BGBl. II – vom 14.Oktober 1997 – Nr. 302 Anlage 1.1.4 (ab 1999/2000 aufsteigend geführt), Schulformkennzahl 8270, I. und II. Jgg.
- [9] KLIPPERT, H.: Eigenverantwortliches Arbeiten und Lernen. Bausteine für den Fachunterricht. Beltz Verlag, Weinheim und Basel 2001.
- [10] ARONSON, E.: Förderung von Schulleistung, Selbstwert und prosozialem Verhalten: Die Jigsaw-Methode. In: Huber, G., L., Rotering-Steinberg, S., Wahl, D. (Hrsg.): Kooperatives Lernen. Weinheim 1984, 48-59, 53 ff (Beltz).
- [11] FREY-EILING, A., FREY, K., Das Gruppenpuzzle. <http://www.educeth.ch/didaktik/puzzle/index.html>.
- [12] GRÄSEL, C.: Regionale Lehrerfortbildung „Kooperatives Lernen“, 10.März 2000, Institut für Pädagogische Psychologie und Empirische Pädagogik der Universität München, Handreichung.

7 ANHANG 1

Arbeitsblätter

NAME:.....

STOFFE ERKENNEN, VERGLEICHEN**Für diesen Versuch brauchst du:**

- 4 kristalline, weiße Stoffe (Probe A - Probe D)
- 1 Teelicht
- Streichhölzer
- Alufolie
- Holzwäscheklampe

Anmerkung:

Trage deine Beobachtungen in die beiliegende Tabelle ein!

Versuchsdurchführung:

1. Betrachte die 4 Proben und beurteile Aussehen, Farbe und Geruch.
2. Geschmackstest (**dies ist hier nur AUSNAHMSWEISE erlaubt, da die 4 Proben Lebensmittel sind**): Nimm wenige Kristalle der 4 Proben mit dem angefeuchteten Finger und prüfe den Geschmack (zwischen den Geschmacksproben eventuell den Mund mit Wasser ausspülen!)
3. Verhalten beim Erhitzen: Falte einen Streifen Alufolie einmal doppelt und biege den Streifen so, dass eine kleine steife Rinne entsteht. Klemme diese Alurinne in eine Holzwäscheklampe.
4. Zünde das Teelicht an.
5. Gib einige wenige Körnchen der zu untersuchenden Probe auf die Alurinne und erhitze die Körnchen ganz stark über der Teelichtflamme.
6. Der letzte Teil dieser Übung wird gemeinsam als Gruppenübung durchgeführt:
 - ⇒ Fülle jedes der 4 Bechergläser mit 100 mL Deionat und löse darin je einen gehäuften Teelöffel der Probe A bis D (beobachte das Verhalten der Stoffe beim Auflösen)
 - ⇒ Prüfe mit der vorhandenen Apparatur (4,5 Volt Taschenlampenbatterie, Lämpchen, 2 Kohleelektroden) die Leitfähigkeit der 4 Lösungen.
7. Fertige eine Schaltungsskizze der Prüfapparatur zur Leitfähigkeit an:

Beurteilungen:	Probe A	Probe B	Probe C	Probe D
Aussehen:				
Farbe:				
Geruch:				
Geschmack:				
Verhalten beim Erhitzen:				
Verhalten beim Auflösen:				
Leitfähigkeit:				
Ergebnis:				

NAMEN:.....**DESTILLATION**

Für diesen Versuch brauchst du:

- Destillationsapparat
- Siedesteinchen
- Trichter
- Vorlagengefäß (Becherglas)
- Brenner
- Kühlwasser
- 2 Destillationsproben (Reinstoffgemisch und Weißwein)

Versuchsdurchführung**Vorbereitung:**

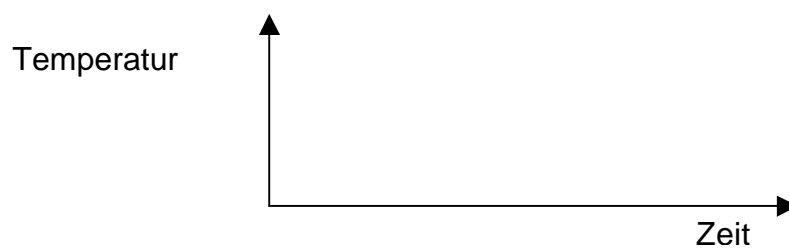
1. Bitte VORSICHT beim Umgang mit Glasapparaturen!!!!
2. Kontrolliere, ob alle Teile deiner Destillationsapparatur vorhanden sind.
3. Fülle die Destillationsprobe in den Destillationskolben (maximal HALBVOLL füllen!!) und gib ein Siedesteinchen dazu.
4. Schraube das Thermometer auf.
5. Fülle kaltetes Wasser in den Kühler.
6. Stelle das Vorlagengefäß unter den Kühlerauslauf.
7. Zünde den Brenner an.

Jetzt geht's los!

8. Stelle den Brenner unter den Destillationskolben und erwärme die Destillationsflüssigkeit.
9. Beobachte die Temperatur.
10. Sobald die Temperatur steigt, beginne mit den Aufzeichnungen: Pro 30 Sekunden notiere die Temperatur auf der Rückseite dieses Blattes!
11. Beende die Destillation, sobald die Temperatur 90°C überschritten hat.
12. Fülle das Destillat und den Rückstand des Reinstoffgemisches in die dafür vorbereiteten Flaschen.
13. Fülle das Weißweindestillat in die dafür vorbereitete Flasche; den Rückstand gieße in den Ausguss.
14. Reinige die Apparatur mit Wasser

[illegible]

Zeichne auf einem extra Blatt Papier für jeden Versuch eine Siedekurve und beschrifte die Diagramme.



NAMEN:.....

LINEARCHROMATOGRAPHIE

(Wettlauf der Filzstiftfarben)

Für diesen Versuch brauchst du:

- Schere
- Bleistift
- Filzstifte (wasserlösliche Farbe)
- Becherglas
- Weißes Kaffeefilter, Löschpapier
- Wasser



Versuchsdurchführung

Vorbereitung:

1. Schneide aus einem weißen Kaffeefilter ein Rechteck (10 cm x 4 cm) aus.
2. Zeichne auf der Schmalseite im Abstand 2 cm vom Rand mit Bleistift eine Linie; das ist die Startlinie.
3. Mache auf der Startlinie mit verschiedenen Filzstiftfarben maximal 3 Punkte. Du kannst gegenüber am äußersten Rand einen kleinen Punkt in der selben Farbe machen, damit du nachher siehst, welche Farbe wo gestartet ist.
4. Warte kurz, bis die Farbpunkte trocken sind (Fön!)

Jetzt geht's los!

5. Fülle das Becherglas etwa 1 cm hoch mit Wasser.
6. Stelle das Filter mit der Startlinie nach unten in das Becherglas. Die Startlinie darf NICHT ins Wasser eintauchen.
7. Du kannst das Filterpapier auch mit Hilfe eines Drahtstückes ins Becherglas hinein hängen.
8. Beobachte das Chromatogramm und nimm das Filterpapier aus dem Becherglas, wenn das Wasser ca. einen Fingerbreit vom oberen Rand entfernt ist.
9. Markiere die Position der Wasserfront mit einem Bleistiftstrich.

Rf-Wert:

Bestimmung des Rf-Wertes:

$$\text{Rf-Wert} = \frac{\text{Wegstrecke: Startlinie - Farbpunkt [in mm]}}{\text{Wegstrecke: Startlinie - Wasserfront [in mm]}}$$

10. Bestimme für ausgewählte Farbpunkte die Rf-Werte.
11. Vergleiche das Kaffeefilterpapier mit Löschpapier.

Notiere deine Beobachtungen :

Vergleiche die Linear- mit der Zirkularchromatographie:

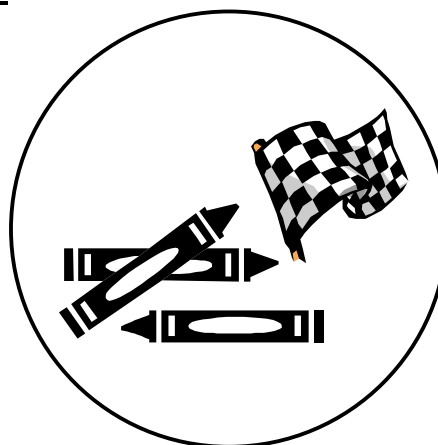
NAMEN:.....

ZIRKULARCHROMATOGRAPHIE

(Wettlauf der Filzstiftfarben)

Für diesen Versuch brauchst du:

- Schere
- Bleistift
- Filzstifte (wasserlösliche Farbe)
- Marmeladeglas
- Weißes Kaffeefilter
- Wasser



Versuchsdurchführung

Vorbereitung:

1. Schneide aus einem weißen Kaffeefilter eine Scheibe mit etwa 10 bis 11 cm Durchmesser aus.
2. Aus dem Rest des Filters schneide ein Rechteck ca. 2 x 4 cm aus und rolle es zu einer kleinen 4 cm langen Rolle.
3. Bohre mit einem spitzen Bleistift in der Mitte der Scheibe ein Loch. Zeichne um diese Loch herum einen Kreis mit etwa 2 cm Durchmesser, das ist die Startlinie.
4. Teile diese Startlinie in 4 Teile und mache auf je einem Viertelkreis mit verschiedenen Filzstiftfarben einen Punkt. Du kannst am äußersten Rand einen kleinen Punkt in der selben Farbe machen, damit du nachher siehst, welche Farbe in diesem Viertel gestartet ist.
5. Warte kurz, bis die Farbpunkte trocken sind (Fön!)

Jetzt geht's los!

6. Fülle das Marmeladeglas bis 1 cm unter den Rand mit Wasser, ohne dass der obere Rand nass wird.
7. Stecke das kleine Röllchen in das Loch in der Mitte der Filterscheibe.
8. Lege das Ganze so auf das Marmeladeglas, dass das Röllchen in das Wasser taucht. Schau zu was passiert und nimm die Scheibe vom Glas herunter, wenn das Wasser ca. einen Fingerbreit vom Scheibenrand entfernt ist.
9. Markiere die Position der Wasserfront mit einem Bleistiftstrich.

Rf-Wert:

Bestimmung des Rf-Wertes:

$$\text{Rf-Wert} = \frac{\text{Wegstrecke: Startlinie - Farbpunkt [in mm]}}{\text{Wegstrecke: Startlinie - Wasserfront [in mm]}}$$

10. Bestimme für ausgewählte Farbpunkte die Rf-Werte

Notiere deine Beobachtungen :

Vergleiche die Zirkular- mit der Linearchromatographie:

NAME:.....

DIE ZERDRÜCKTE ALUDOSE

Für diesen Versuch brauchst du:

LEERE Alu-Getränkedose (1/2 Liter!)

Gasbrenner

Tiegelzange

Schüssel mit kaltem Wasser

Versuchsdurchführung

Vorbereitung:

1. Fülle die leere Getränkedose mit wenig Wasser
2. Stelle die Schüssel mit kaltem Wasser bereit

Jetzt geht's los!

3. Nimm die Dose am unteren Rand mit der Tiegelzange und halte sie über die Flamme des Gasbrenners
4. Erhitze solange, bis kondensierter Wasserdampf bei der Dosenöffnung austritt
5. Stülpe die Dose mit der Öffnung nach unten rasch in die Schüssel mit kaltem Wasser

Notiere deine Beobachtungen :

Erkläre diesen Versuch:

NAME:.....

BESTIMMUNG DER SIEDETEMPERATUR VON WASSER

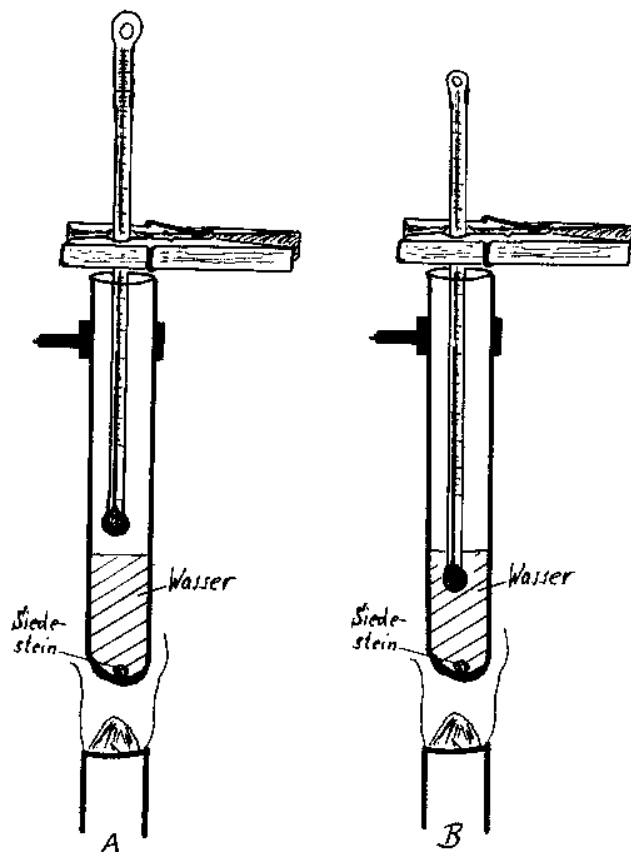
Für diesen Versuch brauchst du:

- Stativ mit Reagenzglasklammer
- Reagenzglas
- Siedesteinchen
- Gasbrenner
- Holzkluppe
- Thermometer

Versuchsdurchführung**Vorbereitung:**

1. Spanne das Reagenzglas in das Stativ
2. Fülle das Reagenzglas etwa 3 cm hoch mit Wasser (Deionat)
3. Gib ein Siedesteinchen hinein
4. Klemme das Thermometer in eine Holzkluppe und führe das Thermometer in das Reagenzglas ein (siehe Abbildung)

ANMERKUNG: Das Thermometer darf die Wand des Reagenzglases nicht berühren und soll sich etwa 1 cm über dem Wasserspiegel befinden!

**Jetzt geht's los!**

5. Erhitze das Reagenzglas mit sehr kleiner Flamme und beobachte das Thermometer.
6. Lies die maximale Temperatur des Wasserdampfes ab und notiere sie (A)
7. Senke das Thermometer ab, bis es etwa 1 cm ins Wasser eintaucht.
8. Lies erneut die Temperatur beim Sieden ab (B).

Notiere deine Beobachtungen und Messergebnisse :

Erkläre diesen Versuch (auf der Rückseite):

- ⇒ Welche Werte hast du erwartet?
- ⇒ Welche Werte hast du abgelesen?
- ⇒ Wie erklärst du dir die Unterschiede und die Abweichungen von den erwarteten Werten?

NAME:.....

TEMPERATURÄNDERUNGEN BEIM LÖSEN

Für diesen Versuch brauchst du:

4 Bechergläser (100 mL)

Löffel

Thermometer

Glasstab

Kochsalz

Zucker

Ammoniumchlorid

Calciumchlorid

Versuchsdurchführung

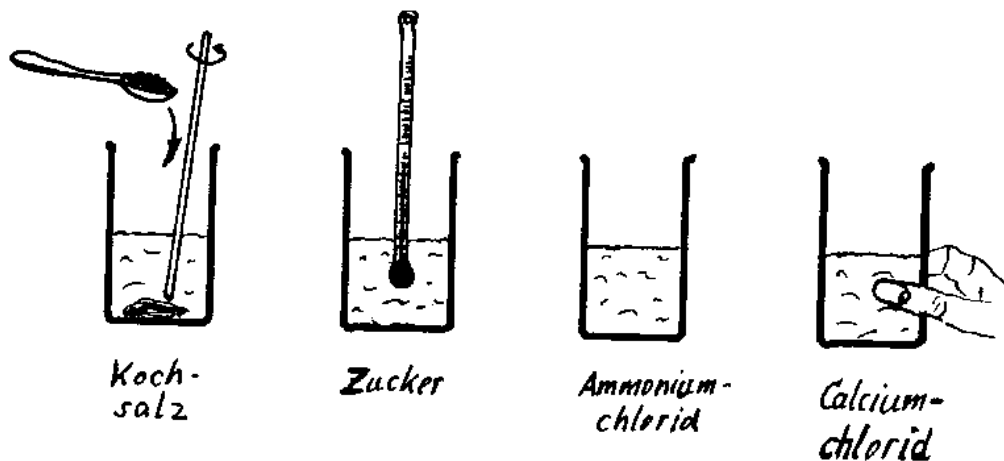
Vorbereitung:

1. Fülle ein Becherglas halb voll mit Leitungswasser
2. Miss die Wassertemperatur mit dem Thermometer

Jetzt geht 's los!

3. Nun gib etwa 2 Löffel voll Kochsalz in das Glas, rühre gut um und bestimme sofort die Temperatur der Lösung
4. Wiederhole den Versuch mit den anderen 3 Stoffen (beginne wieder bei Punkt 1.!)
5. Entsorge die Lösungen über den Ausguss

Notiere deine Beobachtungen und Messergebnisse :



NAME:

ERKENNUNGSREAKTION FÜR WASSER

Für diesen Versuch brauchst du:

Reagenzglas
Reagenzglashalter
Spatel
4 Uhrgläser
Gasbrenner

blaues Kupfersulfat
4 Proben (A – D)

Versuchsdurchführung

1. Fülle in das trockene Reagenzglas eine Spatelspitze blaues Kupfersulfat
2. Erhitze das blaue Salz bis es weiß wird; erwärme auch den ganzen Glaskörper des Reagenzglases, damit das Kondenswasser verdampft

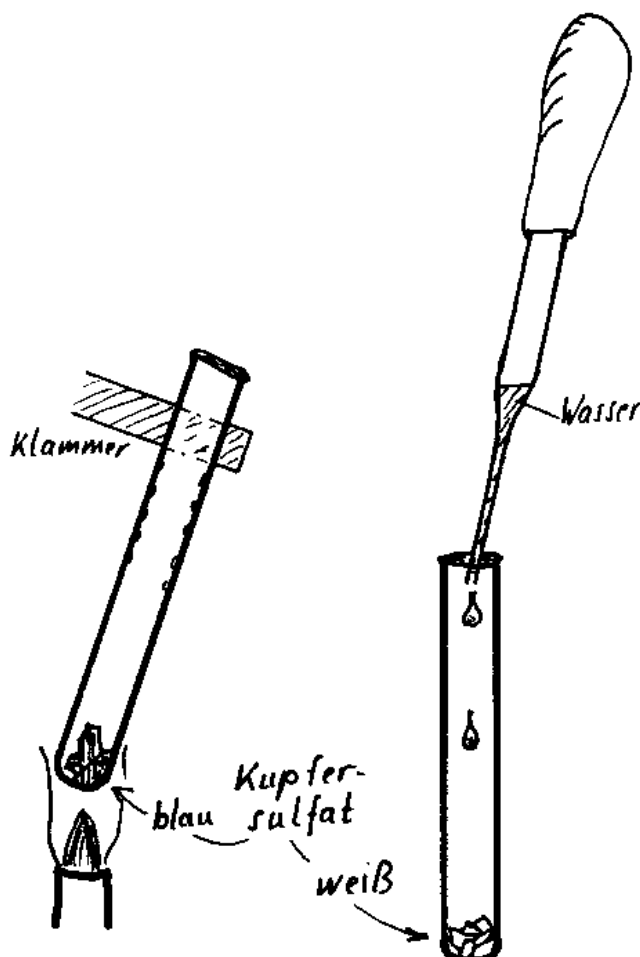
ACHTUNG: Vermeide zu starkes Erhitzen, denn dann zersetzt sich das Kupfersulfat!

3. Es ist hilfreich, beim Erhitzen das Salz mit dem Spatel aufzulockern!
4. Teile das wasserfreie, weiße Kupfersulfat auf 4 Uhrgläser auf und prüfe die 4 Flüssigkeitsproben auf Wasser (wenige Tropfen genügen!)
5. Entsorge alle Salzreste im bereitgestellten Abfallbehälter

Notiere deine

Beobachtungen :

⇒ Welche der 4 Proben ist Wasser?



Quelle: HAUPT, P., MÖLLENCAMP, H.:
<http://www.chemieexperimente.de>

NAME:.....

AUCH SCHWERLÖSLICHES LÖST SICH IN WASSER

Für diesen Versuch brauchst du:

Becherglas 100 mL	Glaspulver aus billigem Glas
Reagenzglas	Marmorpulver
Heizplatte mit Magnetrührer	Universalindikatorlösung + Farbtafel
Magnetrührstab	Deionat
Spatel	

Versuchsdurchführung

1. Fülle in das Becherglas etwa 30 mL Deionat
2. Fülle in das Reagenzglas etwa 2 cm hoch Deionat und füge 1 – 2 Tropfen Universalindikatorlösung hinzu
3. Nun gib eine Spatelspitze Glaspulver in das Becherglas mit dem Deionat
4. Koche das Glaspulver etwa 10 Minuten lang unter Rühren im Deionat
5. Nach Abkühlung gib 1 – 2 Tropfen Universalindikatorlösung hinzu und vergleiche die Farbe der Lösung mit der Farblösung im Reagenzglas
6. Wiederhole den Versuch mit Marmorpulver

Notiere deine Beobachtungen und Ergebnisse:

- ⇒ Warum haben die beiden Farblösungen eine unterschiedliche Farbe?
- ⇒ Bestimme mit Hilfe der Farbtafel die pH-Werte der Lösungen

NAME:.....

ELEKTROLYSE VON WASSER

Für diesen Versuch brauchst du:

2 Kunststoffspritzenkörper mit eingeschmolzenen Sicherheitsnadeln

Elektrolytwanne

Stativ mit 2 Klammern

Zünder

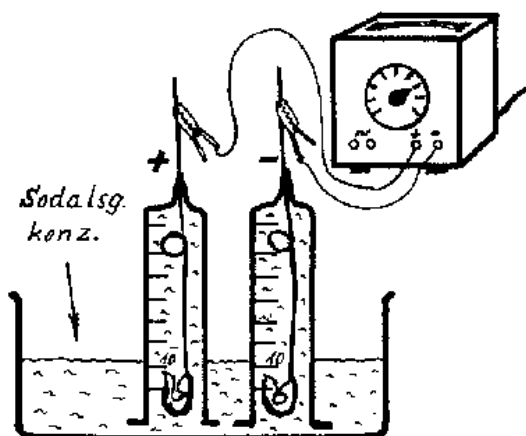
Holzspan

Gleichstromquelle mit Kabeln und Krokoklemmen

Natriumcarbonatlösung
(wiederverwenden!)

Versuchsdurchführung

1. Fülle die Natriumcarbonatlösung in die Elektrolytwanne
2. Fülle die Spritzen luftfrei mit Elektrolytlösung und fixiere sie mit dem Stativ
3. Verbinde die Elektroden mit der Gleichstromquelle
4. Elektrolysiere bei ca. 15 Volt



Notiere deine Beobachtungen und Ergebnisse:

- ⇒ Welche Gase entstehen bei diesem Versuch?
- ⇒ Wie kann man sie mit den vorhandenen Materialien nachweisen?
- ⇒ Versuche, die Gasentwicklung während der Elektrolyse zu beeinflussen (Spannung, Abstand der beiden Spritzen zueinander)

Quelle: OBENDRAUF, V.: Chemie und Schule (Salzburg) 4/98, 13 – 20.

Bildquelle: HAUPT, P., MÖLLENCAMP, H.: <http://www.chemieexperimente.de>

Marke	Produkt	Wirkstoff	Säure/Base/Salz	Wirkung	GefahrensymboleWarnhinweise
Vöslauer	Mineralwasser	Kohlensäure	Säure	Erfrischungsgetränk	keine
Cola					
Limo					
DM-Vitamin C					
	Essig				
Splendid	Klarspüler				
Tofix					
Aspirin C					
Tic Tac					
Haribo					
Dr. Oetker	Einsiedehilfe				
Splendid	Vollwaschmittel				
Pril					
Rorax					
Dr. Oetker	Natron				
Kaiser Borax					
Parodontax					
Halleiner	Pökelsalz				
Bad Ischler					

NAME:.....

Blaukrautlösung und Alltagsstoffe:

Material: Reagenzglasgestell 10 Reagenzgläser div. Tropfflaschen
Stoffe: diverse Stoffe auf Tisch Blaukrautlösung

Arbeitsanleitung: (Partnerübung)

- 1) Fülle alle acht Reagenzgläser 1 cm hoch mit der Blaukrautlösung.
- 2) Gib von den Stoffen jeweils 5 Tropfen in die Reagenzgläser und schüttele.
- 3) Beobachte die Farbveränderung und trage das Ergebnis in die Tabelle ein (beschreibe die Farbe mit Worten).
- 4) Versuche, die Stoffe zu ordnen und in Gruppen einzuteilen.

Stoffprobe	Farbe	Gehört zur Gruppe:
(Blaukrautlösung)		Ausgangslösung!
Mineralwasser (etwa 1cm hoch zugeben!)		
Waschmittellösung		
Klarspüler (Geschirrspülmaschine)		
Haushaltsessig		
Salmiakreiniger (enthält Salmiakgeist)		
Leitungswasser (etwa 1cm hoch zugeben!)		
Seifenwasser		

Versuche folgendes zu erklären:**? : Welche Funktion erfüllt der Blaukrautsaft?****? : Mit welchem Versuch könnte man die Gruppenzuordnung bestätigen?**

Bestätigung der Gruppenzuordnung:

Material:	Reagenzglasgestell	Reagenzgläser	div. Tropf- flaschen
Stoffe:	HCl verdünnt HCl konzentriert	NaOH verdünnt NaOH konzentriert	Blaukrautlösung

Arbeitsanleitung: (Partnerübung)

- 1) Fülle 4 Reagenzgläser 1 cm hoch mit der Blaukrautlösung.
- 2) Gib von der verdünnten sauren und basischen Lösung jeweils 5 Tropfen in die Reagenzgläser und schüttle.
- 3) Beobachte die Farbveränderung
- 4) Gib zu weiteren 2 Reagenzgläsern mit Blaukrautlösung je 5 Tropfen konzentrierte Salzsäure und 5 Tropfen konzentrierte Natronlauge.
- 5) Beobachte die Farbveränderung

Stoffprobe	Farbe	
Blaukrautlösung		
Salzsäurelösung verdünnt		
Natronlauge verdünnt		
Salzsäurelösung konzentriert		
Natronlauge konzentriert		

Für viele Untersuchungen ist die Verfärbung eines Farbstoffes eine zu ungenaue Angabe. Man hat daher auch eine Zahl eingeführt, die angibt, wie stark sauer eine Flüssigkeit ist – den pH-WERT. Er liegt zwischen 0 und 14.

Die Farben der Blaukrautlösung zeigen die folgenden pH-Bereiche an:

Rot: pH=2, Rosa: pH=4, Violett: pH=6, Blau: pH=7, Graublau: pH=8, Türkis: pH=9, Grün: pH=10, Gelb: pH=12

⇒ **Versuche durch Verwendung der zur Verfügung stehenden Stoffe alle angegebenen Farben zu erzeugen.**

(Vorher alle Reagenzgläser ausleeren (Abfluss) und mit Leitungswasser gut spülen!)

KNIFFLIGE FRAGEN:

? : Wie ändert sich der pH-Wert bei vermehrtem Säurezusatz?

? : Durch welche Substanzen lassen sich hohe pH-Werte erreichen?

⇒ Fülle ein Becherglas ca. 1cm hoch mit Leitungswasser und füge Blaukrautlösung hinzu; nimm einen Trinkhalm und blase deine Ausatemluft langsam in die verdünnte Blaukrautlösung.

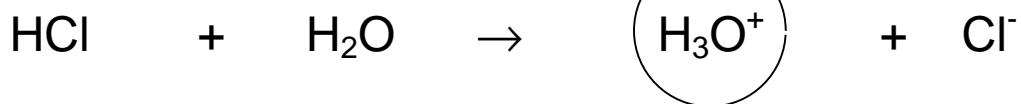
Notiere die Veränderung:

? : Erkläre die Veränderung der Lösung:

Expertenwissen: **PROTOLYSE**

Protolyse ist die Abspaltung von Protonen (H^+) unter der Einwirkung von Wasser.

Beispiel: Auflösen von Chlorwasserstoff (HCl) in Wasser:



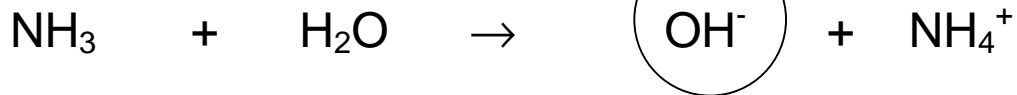
Aus der **SÄURE** wird mit **WASSER** eine **SAURE LÖSUNG**

H_3O^+ - IonHydroniumion (ist für die **saure Reaktion** verantwortlich!!!)

H^+ (Proton) geht von der Säure über zum Wasser.

HCl-Molekül wurde gespalten, es ist PROTOLYSIERT!

Beispiel: Auflösen von Ammoniak (NH_3) in Wasser:



Aus der **BASE** wird mit **WASSER** eine **BASISCHE LÖSUNG (LAUGE)**

OH^- - IonHydroxid (ist für die **basische Reaktion** verantwortlich!!!)

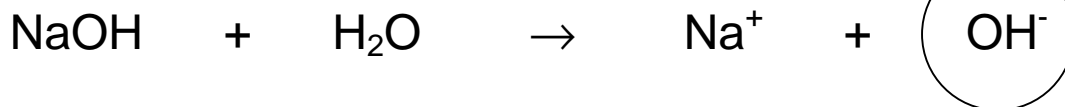
H^+ (Proton) geht vom Wasser über zur Base.

H_2O -Molekül wurde gespalten, es ist PROTOLYSIERT!

Säuren geben Protonen ab!
Basen nehmen Protonen auf!

Basen liegen oft (ohne Wasser) in Salzform (Ionen, Ionengitter!) vor. Bei der Reaktion mit Wasser zerfällt das Ionengitter und die Ionen liegen im Wasser als Metallion und Hydroxid-Ion frei beweglich vor.

Beispiel NATRIUMHYDROXID:



Natriumhydroxid (fest)

Natronlauge (wässrige Lösung)

pH-WERT:

Der pH-Wert ist eine Maßzahl für den sauren oder basischen Charakter einer Lösung.

pH-Wert: 0 bis 7 : SAUER

pH-Wert: 7 : NEUTRAL

pH-Wert: 7 bis 14 : BASISCH

Der pH-Wert gibt die H_3O^+ -Ionenkonzentration in einer Lösung an (positiver Exponent der H_3O^+ -Ionenkonzentration).

zB: H_3O^+ -Ionenkonzentration = $0,1 \text{ mol/L} = 10^{-1} \text{ mol/L}$ pH-Wert = 1

TEAM:.....

ÜBUNG: PROTOLYSE

Für diesen Versuch brauchst du:

2 trockene Uhrgläser
trockene Proberöhre
Proberöhrenhalter
Laborbrenner
Indikatorpapier
Spatel
Spritzflasche mit Wasser

Zitronensäure fest
Natriumhydroxid NaOH fest
(VORSICHT ÄTZEND!!!!!!!!!!!!!!)
Ammoniumchlorid (NH_4Cl) fest

Versuchsdurchführung:

VERSUCH A

1. Nimm die 2 trockenen Uhrgläser und lege je ein kurzes Stück Indikatorpapier darauf.
2. Gib mit der Spatel einige Körnchen Zitronensäure auf ein Indikatorpapier, auf das andere ein kleines Stückchen NaOH (wenig!!).

Notiere deine Beobachtungen :

.....

3. Nun befeuchte die Stoffe samt dem Indikatorpapier mit einigen Tropfen Wasser.

Notiere deine Beobachtungen :

.....

.....

VERSUCH B

1. Gib eine Spatelspitze NH_4Cl in die trockene Proberöhre.
2. Nimm ein etwa 15 cm langes Stück Indikatorpapier befeuchte es ganz wenig mit Wasser und stecke es in die Proberöhre (nur hineinhängen); fixiere das äußere Ende des Indikatorpapiers mit dem Proberöhrenhalter
3. Erhitze die Proberöhre vorsichtig mit der Flamme und beobachte das Indikatorpapier (beende das Erhitzen, sobald das Papier zu verkohlen beginnt!!)

Notiere deine Beobachtungen :

.....

.....

ENTSORGUNG: Alle Stoffe gemeinsam in das vorgesehene Gefäß geben!! %

KNIFFLIGE FRAGEN:

Warum verändert sich bei VERSUCH A das Indikatorpapier bei der Zugabe von Wasser (möglichst genau erklären)?

Hat feste Zitronensäure einen pH-Wert?
(Bitte Antwort erklären!)

Welche 2 gasförmigen Stoffe entstehen beim VERSUCH B?
Nochmals die Formel von Ammoniumchlorid:

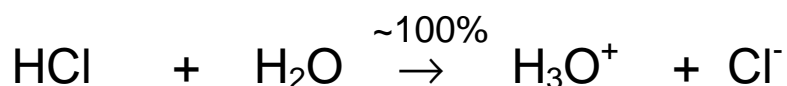


Wodurch werden diese Stoffe nachgewiesen?

Expertenwissen: **STARKE UND SCHWACHE SÄUREN**

Das Bestreben einer Säure, **PROTONEN** abzuspalten (Protolyse), bezeichnet man als die **STÄRKE** einer Säure. Sie ist vom Aufbau des Säuremoleküls abhängig.

Beispiel: Auflösen von Chlorwasserstoff (HCl) in Wasser:

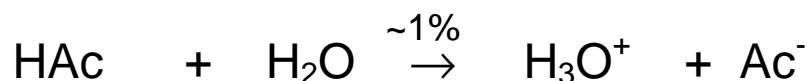


Diese Reaktion läuft praktisch zu 100% ab; **Protolysegrad = 100%**
Praktisch alle Säuremoleküle reagieren mit Wasser und bilden H_3O^+ -Ionen.

HCl ist eine **STARKE SÄURE**

Typische starke Säuren: HCl, H_2SO_4 , HNO_3 , (H_3PO_4)

Beispiel: Auflösen von Essigsäure (HAc) in Wasser:



Diese Reaktion läuft nur zu etwa 1% ab; **Protolysegrad = 1%**
Nur wenige Säuremoleküle reagieren mit Wasser und bilden H_3O^+ -Ionen. 99% der Essigsäuremoleküle liegen noch ungespalten vor!

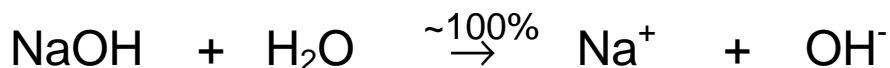
Essigsäure ist eine **SCHWACHE SÄURE**

Typische schwache Säuren: Essigsäure, Zitronensäure, Kohlensäure

Analoges gilt für BASEN:

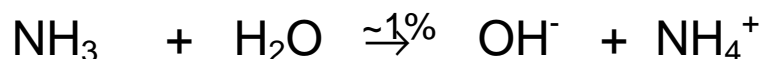
STARKE BASEN: NaOH, KOH

Praktisch alle Basenmoleküle reagieren mit Wasser und bilden OH^- -Ionen.



SCHWACHE BASEN: NH_3

Nur wenige Basenmoleküle reagieren mit Wasser und bilden OH^- -Ionen.



TEAM:

ÜBUNG: STARKE UND SCHWACHE SÄUREN**Für diesen Versuch brauchst du:**

pH-Meter	HCl-Lösung 0,1 mol/L
Waage	Essigsäurelösung 0,1 mol/L
Uhrgläser	Zitronensäure fest (Molmasse = 192 g/mol)
Spatel	Weinsäure (Molmasse = 150 g/mol)
Spritzflasche mit Wasser	(als Alternative!)
Bechergläser	
Meßkolben 100 mL	

Versuchsdurchführung:**ZITRONENSÄURELÖSUNG 0,1 mol/L:**

- Berechne die benötigte Menge an Zitronensäure für 100 ml einer 0,1 molaren Lösung:
Hilfestellung: für 1 L einer Zitronensäurelösung 1,0 mol/L braucht man 192g
für 100 mL einer Zitronensäurelösung 1,0 mol/L braucht man.....g
für 100 mL einer Zitronensäurelösung 0,1 mol/L braucht man.....g
- Wäge die benötigte Menge an Zitronensäure ein (Waage, Uhrglas), löse die Zitronensäure in etwa 50 mL Wasser in einem Becherglas auf und fülle die Lösung in den Meßkolben. Spüle die Flüssigkeitsreste sorgfältig in den Meßkolben und fülle genau auf 100 mL auf (VORSICHT: zuviel eingefülltes Wasser kann NICHT mehr herausgenommen werden!!!)

pH-MESSUNG: (BITTE mit der pH-Elektrode sehr sorgfältig hantieren!!!!)

- Nimm 3 trockene Bechergläser und fülle die 3 Lösungen ein (HCl-Lösung, Essigsäurelösung und Zitronensäurelösung)
- Ziehe die pH-Elektrode aus der Aufbewahrungslösung und spüle sie mit Wasser aus der Spritzflasche gründlich ab.
- Tauche die Elektrode in je eine Lösung und notiere den pH-Wert
- NACH JEDER Messung muß die Elektrode gründlich abgespült werden
- Nach Beendigung der Meßserie: Tauche die abgespülte Elektrode in die Aufbewahrungslösung.
- Die HCl- und Essigsäurelösung bleibt für die nächste Gruppe in den Bechergläsern
- Die Zitronensäurelösung wird über den Ausguss entsorgt
- Alle Glasgefäße gründlich mit Leitungswasser reinigen!!

LÖSUNGEN	pH-WERTE
HCl-Lösung 0,1 mol/L	
Essigsäurelösung 0,1 mol/L	
Zitronensäurelösung 0,1 mol/L	

ENTSORGUNG: Zitronensäurelösung in den Ausguss geben!!**%**

pH-WERTE von Coca Cola und Almdudler

1. Fülle je etwas Cola und Almdudler in ein Becherglas und miss den pH-Wert

LÖSUNGEN	pH-WERTE
Coca Cola	
Almdudler	

KNIFFLIGE FRAGEN:

Berechne aufgrund der gemessenen pH-Werte die H_3O^+ -Ionenkonzentration in den 3 Lösungen:

Hilfestellung: Wenn du noch nicht die Übung PROTOLYSE gemacht hast, dann erkundige dich bei jenem Team, das diese Übung jetzt durchführt!!!

LÖSUNGEN	pH-WERTE	H_3O^+ -Ionenkonzentration
HCl-Lösung 0,1 mol/L		
Essigsäurelösung 0,1 mol/L		
Zitronensäurelösung 0,1 mol/L		

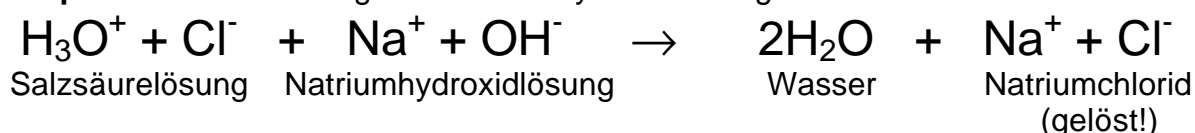
Warum kann man Zitronensäurelösungen gefahrlos trinken, konzentrierte HCl-Lösungen dagegen nicht?

Erkläre die unterschiedlichen pH-Werte von Coca Cola und Almdudler:

Expertenwissen: **NEUTRALISATION**

Mischt man gleiche Mengen einer starken Säurelösung und einer starken Basenlösung (gleiche Anzahl von H_3O^+ -Ionen bzw. OH^- -Ionen!), so entsteht eine neutrale Lösung ($\text{pH} = 7$). Säure- und Basenlösung heben einander in ihrer Wirkung auf.

Beispiel: Salzsäurelösung und Natriumhydroxidlösung



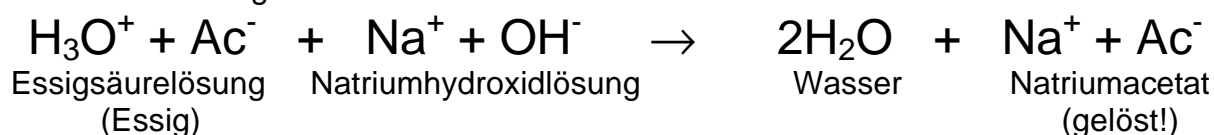
Die Neutralisation ist eine Säure-Base-Reaktion, bei der H_3O^+ -Ionen mit OH^- -Ionen unter Bildung von Wasser reagieren. Der Säurerest (Cl^-) und das Metallion (Na^+) bilden ein Salz.

Die Neutralisationsreaktion wird verwendet, um die Menge (unbekannte Konzentration) einer Säure oder Base in einer Probe zu bestimmen. Bei dieser sogenannten **TITRATION** wird zu einer Säurelösung unbekannter Konzentration solange eine basische Lösung bekannter Konzentration zugegeben, bis die Lösung neutral ist (alle H_3O^+ -Ionen haben mit OH^- -Ionen reagiert). Aus der Menge der benötigten basischen Lösung kann dann die Konzentration der Säurelösung berechnet werden. Der sogenannte Neutralpunkt ($\text{pH} = 7$) wird mit Hilfe eines Indikators angezeigt.

Anwendung: Bestimmung des Essigsäuregehalts eines Speiseessigs

Kurzbezeichnung für Essigsäure: HAc

Na-Salz der Essigsäure: Na-Acetat



Berechnungsbeispiel:

Konzentration der Natriumhydroxidlösung: 1 mol/L

Zu 10 mL Essig werden 10 mL Natriumhydroxidlösung: 1 mol/L zugegeben; der verwendete Indikator (Phenolphthalein) zeigt an, dass die Lösung neutral reagiert!

NaOH-Lösung 1 mol/L, Verbrauch (bis zum Neutralpunkt): 10 mL

1 mol/L:	in 1000mL NaOH	1 mol	
	1 mL NaOH	0,001 mol	
	10 mL NaOH	0,01 mol	10 mL NaOH enthalten 0,01 mol

d.h. diese 10 mL NaOH entsprechen 10 mL Essig

d.h. weiters in den 10 mL Essig sind 0,01 mol Essigsäure enthalten!

in 10mL Essig	0,01mol	
1000mL Essig	1 mol	<u>Konzentration Essig: 1 mol/L</u>

Molmasse von Essigsäure: 60g/mol \rightarrow 1 mol HAc 60g

in 1 L Essig sind 60g Essigsäure enthalten

Dichte der Essigsäure: 1,05g/mL \rightarrow d.h. 60g Essigsäure sind 57,14mL

Der untersuchte Essig enthält 5,7 Vol% Essigsäure!

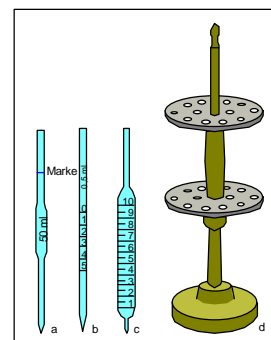
TEAM:.....

ÜBUNG: NEUTRALISATION

Für diesen Versuch brauchst du:

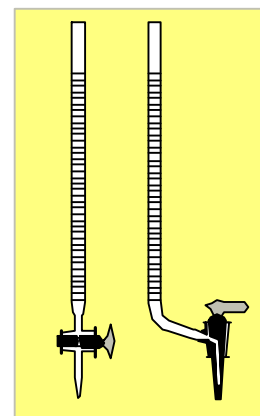
1 Bürette
1 Vollpipette 10 mL
Pipettierball
Glaskolben
Phenolphthaleinlösung
Spritzflasche mit Wasser
Becherglas

NaOH-Lösung 1 mol/L (VORSICHT ÄTZEND!!!!!!!!!!!!!!)
Speiseessig



Versuchsdurchführung:

1. Die gefüllte Bürette (mit NaOH-Lösung 1 mol/L) steht bereit
2. Stelle den Flüssigkeitsspiegel durch Ablassen in das Becherglas auf einen definierten Wert ein und notiere diesen Anfangswert
3. Dosiere mit Hilfe der Pipette und dem Pipettierball genau 10 mL Speiseessig in den Glaskolben **(NICHT MIT DEM MUND AUFSAUGEN!!!!!!)**
4. Füge 2 Tropfen Phenolphthaleinlösung hinzu
5. Tropfe unter Umschwenken NaOH-Lösung zu, bis ein vollständiger Farbumschlag eingetreten ist (vollständige Rosafärbung der Lösung!).



Notiere deine Beobachtungen :

-
6. Sollten Flüssigkeitstropfen der NaOH-Lösung am Rand des Glaskolbens haften, so kann man diese mit reinem Wasser (Spritzflasche) hineinspülen.
 7. Notiere den Endwert und berechne durch Subtraktion den Verbrauch an NaOH-Lösung
 8. Berechne analog zum Berechnungsbeispiel den Gehalt an Essigsäure in Vol%

ENTSORGUNG: Alle Stoffe in den Ausguss geben!!

%

KNIFFLIGE FRAGEN:

Warum tritt der vollständige Farbumschlag erst am Neutralpunkt auf?

Warum kann man am Rand des Glaskolbens haftende Flüssigkeitstropfen mit reinem Wasser (Spritflasche) hineinspülen, ohne das Ergebnis zu verfälschen?

Mit welcher Lösung könnte man den Gehalt eines Flüssigwaschmittels an Waschkalium bestimmen?

Expertenwissen: SAURE UND BASISCHE SALZE

Salzlösungen können unterschiedliche pH-Werte aufweisen:

Salze starker Basen und starker Säuren reagieren im Wasser NEUTRAL.

Salze starker Basen und schwacher Säuren reagieren im Wasser BASISCH.

Salze schwacher Basen und starker Säuren reagieren im Wasser SAUER.

Das Bestreben einer Säure, **PROTONEN** abzuspalten (Protolyse), bezeichnet man als die **STÄRKE** einer Säure. Sie ist vom Aufbau des Säuremoleküls abhängig.

Das Bestreben einer Base, **PROTONEN** aufzunehmen, bezeichnet man als die **STÄRKE** einer Base. Sie ist vom Aufbau des Basemoleküls abhängig.

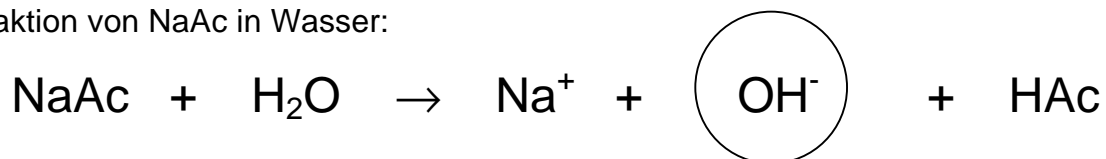
Beispiel: Salz einer starken Base und einer schwachen Säure: Na-Acetat (NaAc)

Starke Base: NaOH

Schwache Säure: Essigsäure HAc



Reaktion von NaAc in Wasser:



Die freien OH⁻-Ionen in der Lösung sind für die alkalische Reaktion verantwortlich!!

Gewinnung schwacher Säuren: Schwache Säuren werden oft aus ihren Salzen durch Zugabe einer starken Säure gewonnen.

Beispiel: Gewinnung von CO₂ aus Soda (so wurde früher CO₂ für Erfrischungsgetränke gewonnen, daher der Name „Sodawasser“)



Soda

Salzsäurelösung

Kohlensäure

Kochsalz (gelöst)

Kohlensäure zerfällt sofort: $\text{H}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{CO}_2\uparrow + \text{H}_2\text{O}$ und CO₂ entweicht!

Nach dem gleichen Prinzip sind Brausetabletten und Brausepulver aufgebaut; als Salz dient der Stoff Natriumhydrogencarbonat (Speisesoda, Natron NaHCO₃) und als feste Säure wird Zitronensäure verwendet. Kommen beide Stoffe in Wasser, so löst sich die Zitronensäure, es bildet sich eine saure Lösung; diese reagiert mit dem Speisesoda unter Freisetzung von Kohlensäure (wie oben beschrieben!).

TEAM:.....

ÜBUNG: SAURE UND BASISCHE SALZE**Für diesen Versuch brauchst du:**

3 Proberöhren
Proberöhrenständer
Spatel
Spritzflasche mit Wasser
Universalindikator

Kochsalz (NaCl)
Soda (Na_2CO_3)
Ammoniumchlorid (NH_4Cl) fest

Versuchsdurchführung:

1. Fülle in 3 Proberöhren etwa 2 cm hoch Wasser
2. Gib in jede Proberöhre 2 Tropfen Universalindikator dazu

Notiere deine Beobachtungen :

.....

3. Nun gib je eine Spatelspitze der 3 Salze dazu und schüttle

Notiere deine Beobachtungen :

.....

.....

ENTSORGUNG: Alle Stoffe in den Ausguss geben!!**Übung: BRAUSEPULVER****Für diesen Versuch brauchst du:**

Marmeladegläser trocken mit Deckel
Kaffeelöffel
Becher

Speisesoda (Natron)
Zitronensäure
Staubzucker
Lebensmittelfarben

Versuchsdurchführung:

1. Nimm ein trockenes Marmeladeglas und gib folgende Stoffe hinein:
 - 3 Kaffeelöffel voll Staubzucker
 - 2 Kaffeelöffel voll Zitronensäure
 - 1 Kaffeelöffel voll Speisesoda
2. Verschließe das Glas mit dem Deckel und schüttle gut
3. Nimm einen trockenen Becher und gib von der eben hergestellten Mischung 1 Kaffeelöffel voll hinein; füge nun eine Messerspitze Lebensmittelfarbe deiner Wahl hinzu.
4. Fülle mit frischem, kaltem Leitungswasser auf; rühre um, sodass sich aller Zucker auflöst.
5. Lass dir die Brause gut schmecken!

%

KNIFFLIGE FRAGEN:

Versuche, die den 3 Salzen zugrunde liegenden Säuren und Basen zu ermitteln und die jeweilige Stärke (stark/schwach) dazuzuschreiben:

Salz	Säure	Base
Kochsalz (NaCl)		
Soda (Na ₂ CO ₃)		
Ammoniumchlorid (NH ₄ Cl)		

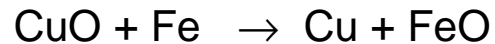
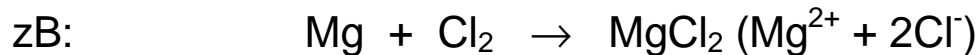
Aufgießen einer Brause: Hat die Temperatur des Wassers einen Einfluss auf das Aufbrausen? Wenn ja warum?

Expertenwissen: REDUKTION - OXIDATION (REDOX)KLASSISCHE DEFINITION:

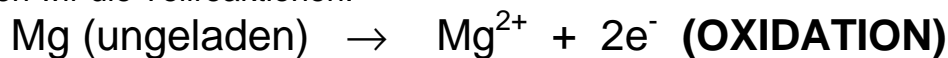
Oxidation: Verbindung mit Sauerstoff



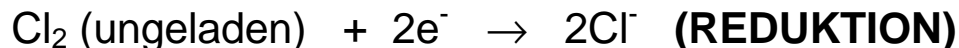
Reduktion: Entzug von Sauerstoff

Ähnliche Reaktionen sind auch OHNE Sauerstoff möglich !

Betrachten wir die Teilreaktionen:



Magnesium (ungeladen) gibt 2 Elektronen ab und wird zum Mg^{2+} -Ion (wir schreiben die 2e^- auf die rechte Ergebnisseite!)



Chlor (ungeladen) nimmt 2 Elektronen auf und wird zum Chlorid – Ion.

Die 2 frei werdenden Elektronen vom Magnesium nimmt das Chlormolekül auf.

MODERNE DEFINITION:

Oxidation: ELEKTRONENABGABE

Reduktion: ELEKTRONENAUFNAHME

⇒ Es werden Elektronen übertragen!

⇒ Reduktion und Oxidation laufen immer gekoppelt ab (Redox-Reaktion!)

Weitere Begriffe:

OXIDATIONSMITTEL:

- ⇒ nehmen leicht Elektronen auf (wirken „elektronenraubend“)
- ⇒ werden selbst reduziert (Nichtmetalle)
- ⇒ wichtigstes Oxidationsmittel: SAUERSTOFF

REDUKTIONSMITTEL:

- ⇒ geben leicht Elektronen ab (wirken „elektronenaufdrängend“)
- ⇒ werden selbst oxidiert (Metalle)
- ⇒ Beispiel aus der Technik: Aluminium (Thermitschweißen!)

Thermitschweißen: Eisenoxid wird mit Aluminiumpulver vermischt. Nach dem Zünden dieser Mischung läuft eine sehr stark exotherme Reaktion ab. Es entsteht Aluminiumoxid und flüssiges Eisen, das an Ort und Stelle zum Verschweißen von Eisenbahnschienen dient.

TEAM:.....

ÜBUNG: REDOX „KLASSISCH“

Für diese Versuche brauchst du:

feuerfeste Unterlage (Dachziegel)

Tiegelzange

Laborbrenner

trockene Proberöhren

Proberöhrenhalter

Indikatorpapier

Spatel

Spritzflasche mit Wasser

Uhrglas

Magnesiumband

Eisenpulver

Kupferoxid (CuO)

Versuchsdurchführung:

VERSUCH A

1. Führe alle folgenden Operationen über der feuerfesten Unterlage aus!!!!
2. Nimm ein etwa 2 cm langes Stück Magnesiumband (NICHT MEHR!!) und halte es mit der Tiegelzange fest.
3. Zünde den Laborbrenner an und halte das Magnesiumband in die Flamme.
4. **WICHTIG: NICHT DIREKT IN DIE FLAMME BLICKEN!!!!!!!**

Notiere deine Beobachtungen :

.....

5. Nimm mit der Spatel den Verbrennungsrückstand auf und lege ihn auf das TROCKENE Uhrglas.
6. Füge wenige Tropfen Wasser hinzu und prüfe mit dem Indikatorpapier.

Notiere deine Beobachtungen :

.....

VERSUCH B

1. Gib jeweils eine kleine Spatelspitze Kupferoxid und Eisenpulver in eine trockene Proberöhre und vermische die 2 Stoffe durch schütteln.
2. Nimm die Proberöhre mit dem Proberöhrenhalter und erhitze das Gemenge mit dem Laborbrenner bis die Reaktion einsetzt (aufglühen).
3. Untersuche nach dem Erkalten das Reaktionsgemisch.

Notiere deine Beobachtungen :

.....

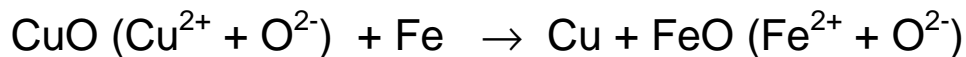
ENTSORGUNG: Alle Stoffe gemeinsam in das vorgesehene Gefäß geben!! %

KNIFFLIGE FRAGEN:

- 1) Welcher Stoff entsteht beim Anfeuchten des Mg-Verbrennungsrestes?
(Erinnere dich an die Entstehung von Säuren und Basen!!)

- 2) Bei diesen Reaktionen handelt es sich um „klassische“ Oxidations- und Reduktionsreaktionen (O₂-Aufnahme bzw. Abgabe).
Warum kann aber nicht nur der Sauerstoff allein aufgenommen bzw. abgegeben werden (siehe Expertenwissen!)?

- 3) Die Reaktionsgleichungen beider Reaktionen lauten wie folgt:
Versuche, für beide Reaktionen die TEILREAKTIONSGLEICHUNGEN für die Oxidation (Elektronenabgabe) und die Reduktion (Elektronenaufnahme) zu formulieren (analog zur Reaktion Mg + Cl₂):



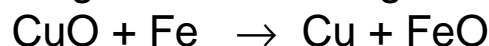
Schreibe zu allen Reaktionspartnern dazu, welche Stoffe OXIDATIONSMITTEL und welche REDUKTIONSMITTEL sind.

Expertenwissen: **REDUKTION - OXIDATION (REDOX)**KLASSISCHE DEFINITION:

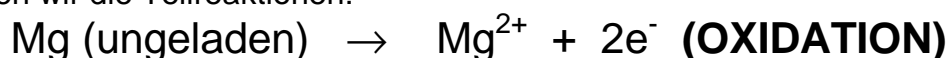
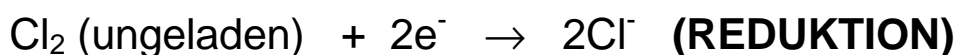
Oxidation: Verbindung mit Sauerstoff



Reduktion: Entzug von Sauerstoff

Ähnliche Reaktionen sind auch OHNE Sauerstoff möglich !

Betrachten wir die Teilreaktionen:

Magnesium (ungeladen) gibt 2 Elektronen ab und wird zum Mg²⁺-Ion (wir schreiben die 2e⁻ auf die rechte Ergebnisseite!)

Chlor (ungeladen) nimmt 2 Elektronen auf und wird zum Chlorid – Ion.

Die 2 frei werdenden Elektronen vom Magnesium nimmt das Chlormolekül auf.

MODERNE DEFINITION:

Oxidation: ELEKTRONENABGABE

Reduktion: ELEKTRONENAUFNAHME

⇒ Es werden Elektronen übertragen!

⇒ Reduktion und Oxidation laufen immer gekoppelt ab (Redox-Reaktion!)

Weitere Begriffe:

OXIDATIONSZAHLEN:

⇒ sie sind ein Hilfsmittel bei der Untersuchung von chemischen Reaktionen

⇒ sie geben eine scheinbare Ladung der Atome in einer Verbindung an

⇒ Oxidationszahl bezieht sich immer auf ein einzelnes Atom!

⇒ Schreibweise: Vorzeichen (+/-) und römische Ziffer über das Elementsymbol



⇒ Summe aller Oxidationszahlen in einer Verbindung = 0

⇒ Atome der freien Elemente und Atome im elementaren Zustand: Oxidationszahl = 0



⇒ bei einatomigen Ionen: Oxidationszahl = Ladung des Ions



⇒ Wasserstoff in Verbindungen: Oxidationszahl = immer +I

⇒ Sauerstoff in Verbindungen: Oxidationszahl = (fast) immer –II



SIEHE CHEMIEBUCH Seiten 74/75!!!

TEAM:.....

ÜBUNG: VERBRENNUNG UND CO₂

Für diese Versuche brauchst du:

feuerfeste Unterlage (Dachziegel)

Magnesiumband

Tiegelzange

Laborbrenner

2 Marmeladegläser

1 Marmeladeglas mit Sand

2 Deckel

Teelicht

CO₂-Entwickler

Versuchsdurchführung:

VERSUCH A

1. Zünde ein Teelicht an, halte es über das geöffnete Marmeladeglas und lasse es so in das Glas plumpsen, dass die Flamme weiter brennt.
2. Nimm das 2. Marmeladeglas und fülle es mit CO₂ (öffne vorsichtig den Hahn am CO₂-Entwickler; Gas strömt aus dem Glasrohr). Lege den Deckel beim Füllen lose auf. Nach etwa 30 Sekunden ist genug CO₂ im Glas; schließe den Hahn, ziehe das Füllrohr heraus und verschließe mit dem Deckel.
3. Öffne das Glas mit dem CO₂ und gieße das Gas in das Glas mit dem brennenden Teelicht.

Notiere deine Beobachtungen :

.....

VERSUCH B

4. Führe alle folgenden Operationen über der feuerfesten Unterlage aus!!!!
5. Nimm das Marmeladeglas mit dem Sand und fülle es mit CO₂ (wie in Versuch A).
6. Nimm ein etwa 2 cm langes Stück Magnesiumband (NICHT MEHR!!) und halte es mit der Tiegelzange fest.
7. Öffne das mit CO₂ gefüllte Glas.
8. Zünde den Laborbrenner an und halte das Magnesiumband in die Flamme.
9. **WICHTIG: NICHT DIREKT IN DIE FLAMME BLICKEN!!!!!!!**
10. Tauche das brennende Magnesiumband in das mit CO₂ gefüllte Glas.
11. Beobachte die Reaktion und betrachte nach der Reaktion die Verbrennungsreste genau!!!

Notiere deine Beobachtungen :

.....

.....

ENTSORGUNG: Alle Stoffe gemeinsam in das vorgesehene Gefäß geben!! %

KNIFFLIGE FRAGEN:

1) Wie unterscheiden sich die Verbrennungsreste bei diesem Versuch von den Resten der Magnesiumverbrennung in Luft?

2) Offensichtlich „brennt“ Magnesium auch in anderen Stoffen.
Welcher Reaktionstyp liegt hier vor?

3) Versuche die Reaktionsgleichung zu formulieren:



Denke an die Verbrennungsreste dieser Reaktion!

7) Versuche, die TEILREAKTIONSGLEICHUNGEN zu formulieren:

8) Übungsbeispiele OXIDATIONSZAHLEN:

Bestimme die Oxidationszahlen aller Elemente in den Stoffen:

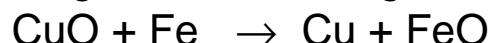
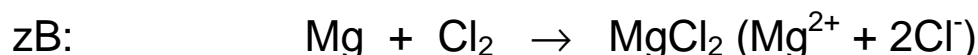


Expertenwissen: **REDUKTION - OXIDATION (REDOX)**KLASSISCHE DEFINITION:

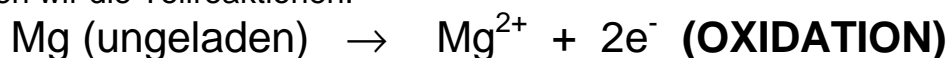
Oxidation: Verbindung mit Sauerstoff



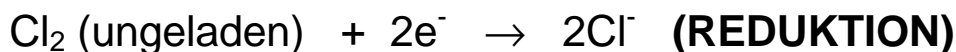
Reduktion: Entzug von Sauerstoff

Ähnliche Reaktionen sind auch OHNE Sauerstoff möglich !

Betrachten wir die Teilreaktionen:



Magnesium (ungeladen) gibt 2 Elektronen ab und wird zum Mg^{2+} -Ion (wir schreiben die 2e^- auf die rechte Ergebnisseite!)



Chlor (ungeladen) nimmt 2 Elektronen auf und wird zum Chlorid – Ion.

Die 2 frei werdenden Elektronen vom Magnesium nimmt das Chlormolekül auf.

MODERNE DEFINITION:

Oxidation: ELEKTRONENABGABE

Reduktion: ELEKTRONENAUFNAHME

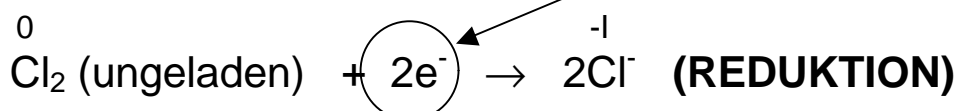
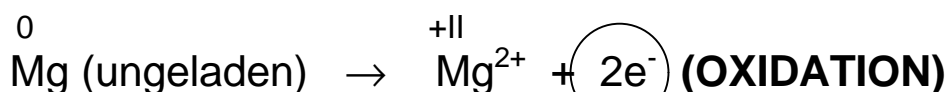
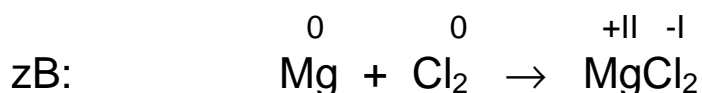
⇒ Es werden Elektronen übertragen!

⇒ Reduktion und Oxidation laufen immer gekoppelt ab (Redox-Reaktion!)

Weitere Begriffe: _____

OXIDATIONSZAHLEN:

Ändern sich bei chemischen Reaktionen die Oxidationszahlen, so liegt eine Redox-Reaktion vor.

Oxidation: Oxidationszahl wird größerReduktion: Oxidationszahl wird kleiner

TEAM:.....

ÜBUNG: VERBRENNUNG VON ALUMINIUM - ROSTEN

Für diese Versuche brauchst du:

Stativ	Stahlwolle
Pinzette	Kupfersulfatlösung
Proberöhre	Alublech
Stopfen mit Glasrohr	Alupulver
Flasche mit gefärbtem Wasser	
Laborbrenner	
Tiegelzange	
gewinkeltes Glasrohr	

Versuchsdurchführung:

VERSUCH A

1. Stopfe Stahlwolle locker mit der Pinzette in die Proberöhre (2/3 voll!).
2. Benetze die Stahlwolle mit wenigen Tropfen Kupfersulfatlösung.
3. Verschließe die Proberöhre mit dem Stopfen und spanne sie so in das Stativ senkrecht ein, dass das Ende des Glasrohres in das gefärbte Wasser eintaucht.
4. Beobachte die Veränderung im Glasrohr (braucht etwas Zeit!).

Notiere deine Beobachtungen :

.....

VERSUCH B

1. Führe alle folgenden Operationen über der feuerfesten Unterlage aus!!!!
2. Nimm das Stück Alublech mit der Tiegelzange und halte es in die Flamme des Laborbrenners.

Notiere deine Beobachtungen :

.....

1. DIESEN VERSUCH NUR ZUSAMMEN MIT DEINEM LEHRER DURCHFÜHREN!!!!!!!!!!
2. Fülle wenig Alupulver in das gewinkelte Glasrohr; klopfe das Pulver in die Biegung – es soll maximal 1cm Alupulver im Rohr sein.
3. Halte eine Öffnung des Glasrohres vor die brennende Flamme des Laborbrenners und blase von unten in die Flamme:
4. VORSICHT! NICHT AUF PERSONEN RICHTEN!!!!!!!!!!

Notiere deine Beobachtungen :

.....

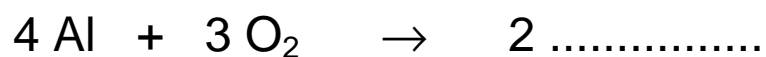
KNIFFLIGE FRAGEN:

1) Warum verändert sich bei Versuch A der Flüssigkeitsspiegel im Glasrohr?

2) Warum reagiert das Alu-Blech in der Flamme nicht, das Pulver sehr wohl?

3) Welcher fein verteilte Stoff entsteht als Rauch bei der Verbrennung von Alu-Pulver?

Versuche, die Reaktionsgleichung zu formulieren:

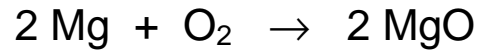


4) Versuche für diese Reaktionsgleichung die Teilreaktionsgleichungen mit den Oxidationszahlen zu formulieren:

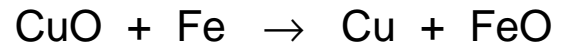
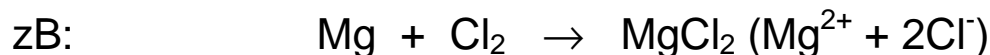


Expertenwissen: REDUKTION – OXIDATION (REDOX)KLASSISCHE DEFINITION:

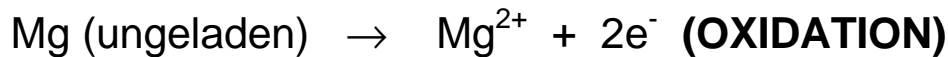
Oxidation: Verbindung mit Sauerstoff



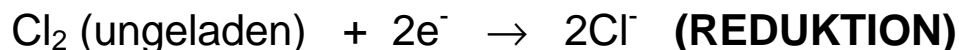
Reduktion: Entzug von Sauerstoff

Ähnliche Reaktionen sind auch OHNE Sauerstoff möglich !

Betrachten wir die Teilreaktionen:



Magnesium (ungeladen) gibt 2 Elektronen ab und wird zum Mg^{2+} -Ion (wir schreiben die 2e^- auf die rechte Ergebnisseite!)



Chlor (ungeladen) nimmt 2 Elektronen auf und wird zum Chlorid – Ion.

Die 2 frei werdenden Elektronen vom Magnesium nimmt das Chlormolekül auf.

MODERNE DEFINITION:

Oxidation: ELEKTRONENABGABE

Reduktion: ELEKTRONENAUFNAHME

⇒ Es werden Elektronen übertragen!

⇒ Reduktion und Oxidation laufen immer gekoppelt ab (Redox-Reaktion!)

Weitere Begriffe: _____

ZEMENTATION:

Beim Eintauchen eines Metallstabes in eine ANDERE Metallsalzlösung können Redox-Reaktionen ablaufen (Hinweis: fein verteilte Metalle sind oft schwarz!).

Dies hängt davon ab, welches Metallion das stärkere Oxidationsmittel ist d.h. welches Metallion das stärker „elektronenraubende“ Teilchen ist.

Je stärker ein Metallion als Oxidationsmittel wirkt, desto EDLER ist dieses Metall. Metalle können nach dieser Eigenschaft geordnet werden (Redox-Reihe, Elektrochemische Spannungsreihe)

TEAM:

ÜBUNG: ZEMENTATION

Für diesen Versuch brauchst du:

4 Bechergläser
Schmirgelpapier
Kupferblech
Eisenstab
Zinkstab
Küchenrolle

Kupfersulfatlösung
Eisensulfatlösung
Zinksulfatlösung
Silbernitratlösung

Versuchsdurchführung:

1. Bitte VORSICHT!! Metallsalzlösungen sind MINDERGIFTIG!!!!!!
2. Fülle die 4 Bechergläser je zu 1/3 mit den 4 Metallsalzlösungen.
3. Reinige bei Bedarf die Metalle mit dem Schmirgelpapier; benutze dazu als Unterlage ein Blatt Küchenrolle!
4. Tauche nun die verschiedenen Metallstäbe in die verschiedenen Metallsalzlösungen (probiere alle Kombinationen!!)
5. Tauche immer nur 1 Metall in eine Metallsalzlösung!!
6. Trockne nach jedem Versuch die Metallstäbe mit der Küchenrolle!

Notiere deine Beobachtungen :

	Kupfer	Eisen	Zink
Cu^{2+} -Lösung			
Fe^{2+} -Lösung			
Zn^{2+} -Lösung			
Ag^+ -Lösung			

.....

.....

.....

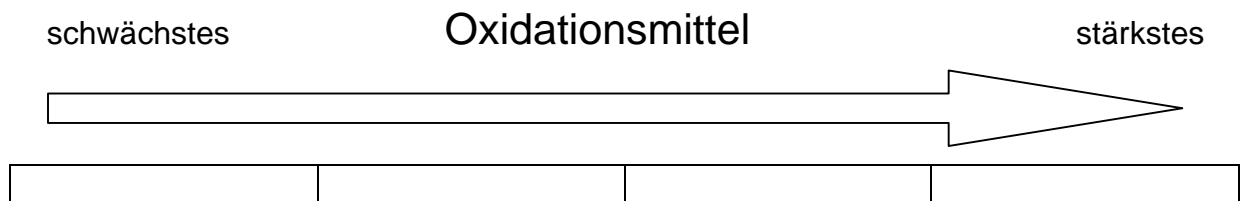
Die Lösungen NICHT wegschütten sondern aufheben!!!!!!

ENTSORGUNG: Alle Putzpapiere gemeinsam in das vorgesehene Gefäß geben!!

KNIFFLIGE FRAGEN:

Versuche, aufgrund der Beobachtungen die 4 Metalle bzw. Metallionen zu ordnen:

Hinweis: Entsteht aus einem Metallion ein Metall AN einem (anderen) Metallstab, so ist das entstehende Metall ein stärkeres Oxidationsmittel als der Metallstab selbst.



8 ANHANG 2

Geschlossene Fragen

	super +++	sehr ++	etwas +	etwas -	sehr --	super ---	
Ich finde das Fach Chemie wichtig für meinen späteren Beruf	7	40	43	7	3	0	Ich finde das Fach Chemie unwichtig für meinen späteren Beruf
Mit den Arbeitsbedingungen im Chemiesaal war ich zufrieden	10	27	23	30	7	3	Mit den Arbeitsbedingungen im Chemiesaal war ich unzufrieden
Mit den Arbeitsbedingungen im „Heizungslabor“ bin ich zufrieden	40	27	23	10	0	0	Mit den Arbeitsbedingungen im „Heizungslabor“ bin ich unzufrieden
Für die praktische Abwicklung der Übungen war genug Zeit	3	27	37	23	7	3	Für die praktische Abwicklung der Übungen war zu wenig Zeit
Diese Art des Unterrichts gefällt mir	70	27	0	3	0	0	Diese Art des Unterrichts gefällt mir nicht
Der Arbeitsaufwand war gerade richtig	27	37	37	0	0	0	Der Arbeitsaufwand war zu viel
Beim praktischen Arbeiten hänge ich mich total rein	23	37	37	0	0	3	Es ist mit total egal
Die praktischen Experimente sind sehr leicht	7	47	30	17	0	0	Die praktischen Experimente sind sehr schwierig
Ich habe viel Spaß dabei	70	20	10	0	0	0	Ich habe grundsätzlich keinen Spaß dabei
Ich mache viel mehr als die anderen	3	17	57	20	3	0	Ich mache viel weniger als die anderen
Ich arbeite sehr gerne im Team	57	23	13	3	0	3	Ich arbeite lieber allein
Die Methode „Gruppenarbeit – Expertenrunde“ macht mir viel Spaß	27	33	20	17	3	0	Die Methode „Gruppenarbeit – Expertenrunde“ macht mir keinen Spaß
Die Experimente helfen mir, Chemie besser zu verstehen	47	33	17	0	0	3	Die Experimente sind bloß Spielerei
Den Alltagsbezug finde ich wichtig	20	50	17	10	0	3	Der Alltagsbezug ist mir egal
Die Methode mit den Arbeitsblättern mag ich	30	3	40	23	0	3	Die Methode mit den Arbeitsblättern mag ich überhaupt nicht
Bei vielen Übungen möchte ich gerne mehr machen	23	23	33	20	0	0	Bei vielen Übungen fühle ich mich überfordert
Ich habe ausreichend theoretisches Grundwissen erworben	27	27	37	3	3	3	Eigentlich habe ich zu wenig Theorie gelernt
Chemie werde ich später in der Praxis brauchen	17	23	53	3	3	0	Chemie werde ich später in der Praxis nie brauchen

Prof. Jaklin kennt sich in seinem Stoffgebiet aus	67	30	3	0	0	0	Prof. Jaklin kennt sich in seinem Stoffgebiet nicht aus
Prof. Jaklin ist im Umgang mit uns geduldig	47	30	10	13	0	0	Prof. Jaklin ist im Umgang mit uns ungeduldig
Sein Unterricht ist stets interessant und spannend	13	43	23	17	3	0	Sein Unterricht ist uninteressant und fad
Prof. Jaklin ist streng zu uns	0	0	13	37	33	17	Prof. Jaklin ist nicht streng zu uns
Die Übungen sind gut vorbereitet	47	30	17	3	0	3	Die Übungen sind schlecht vorbereitet
Prof. Jaklin vermittelt den Stoff verständlich und klar	23	43	17	10	7	0	Prof. Jaklin vermittelt den Stoff unklar und unverständlich
Im Vergleich zu anderen Fächern ist Chemie leicht	3	37	33	23	0	3	Im Vergleich zu anderen Fächern ist Chemie schwer
Man bekommt leicht eine gute Note	7	20	47	20	7	0	Man bekommt schwer eine gut Note
Auch in anderen Fächern möchte ich so einen Unterricht	47	30	13	7	3	0	So einen Unterricht brauche ich nicht
Seit diesem Unterricht finde ich Teamarbeit wichtig	30	37	30	0	0	3	Ich finde Teamarbeit nach wie vor unwichtig
Gesamtbeurteilung: Dieser Chemieunterricht hat mir gefallen	50	50	0	0	0	0	Gesamtbeurteilung: Dieser Chemieunterricht hat mir nicht gefallen

30 Antworten, Angaben in Prozent, der höchste Wert ist hervorgehoben

Offene Fragen

An folgende praktische Chemieübungen kann ich mich erinnern (nenne möglichst viele):

ÜBUNG:	ANZAHL NENNUNGEN (von 30 Antworten)
Elektrolyse/Knallgas	19
Implosion Getränkedose	18
Versuche mit Blaukrautlösung	16
Verbrennen von Aluminiumpulver	15
Herstellung von Brausepulver	11
Versuche zur Oxidation/Reduktion	9
Messen von pH-Werten	8
Chromatographie	6
Titration	6
Rosten von Stahlwolle	5
Versuche mit Säuren und Basen	5
Säuren/Basen/Salze im Alltag	5
Versuche mit Wasser	5

Weitere Versuche wurden in Summe weniger als 5 mal genannt und sind hier nicht vermerkt.

Was hast du für dich persönlich in diesem Chemieunterricht gelernt:

Antworten:	ANZAHL NENNUNGEN (von 30 Antworten)
im Team zu arbeiten, wie wichtig Teamarbeit ist	16
den Bezug zwischen Chemie und Alltag	11
Versuche selbst zu machen	4
experimentbezogene Antworten (zB: pH-Wert messen)	4
experimentbezogener Unterricht war verständlicher	3
aus Beobachtungen Schlüsse und Folgerungen zu ziehen	1
konsequent und genau zu arbeiten	1
praktische Versuche gelingen nicht gleich immer	1
es gibt Abweichungen zwischen Theorie und Praxis	1

Mein Gesamteindruck zu diesem Chemieunterricht:

Antworten:	ANZAHL NENNUNGEN (von 30 Antworten)
generelle positive Zustimmung	19
Unterricht war interessant	10
Unterricht war lustig, hat Spaß gemacht	7
sollte auch in anderen Fächern so sein	3
Unterricht war spannend	3
zuwenig Zeit für die Übungen	3
zuwenig Platz für die Übungen	2
arbeite lieber in Zweiergruppen als im Team	1

Ich würde dem Chemielehrer gerne folgende Tipps geben:

Antworten:	ANZAHL NENNUNGEN (von 30 Antworten)
Wunsch nach Versuchen mit Explosionen	8
weiter so	4
mehr Zeit für die einzelnen Experimente vorsehen	3
etwas strenger sein	3
statt Heft eine Mappe führen (Arbeitsblätter!)	2
auch für andere Klassen so einen Unterricht anbieten	1
möchte meine Gruppenpartner selber aussuchen	1
möchte immer in der gleichen Gruppe arbeiten	1
weniger Fachausdrücke verwenden, sie besser erklären	1
interessantere Versuche aussuchen	1
ein wenig geduldiger sein	1